



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERÍA MECÁNICA

Balance de carga y propuesta de mejora en el uso eficiente de la energía en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en el año 2014-2015.

AUTORES

Br. Allan Alberto Ruiz Baltodano
Br. Lewis Antonio Morales Corea
Br. Idania Elizabeth Cortez López

TUTOR

Msc. Lester Antonio Artola Chavarría.

Managua, 30 de Septiembre de 2015

Agradecimiento.

Primeramente a Dios por habernos permitido dar este paso importante en nuestras vidas y dotarnos de sabiduría.

A Nuestros Queridos Padres por brindarnos su apoyo incondicional día a día y permitirnos alcanzar este gran logro.

Al Msc. Lester Artola por ser nuestro tutor y guiarnos durante todo el trayecto de la tesis monográfica.

Al personal de mantenimiento de los recintos por habernos ayudado a obtener los datos necesarios para realizar nuestro estudio.

A los docentes que nos han guiado durante todo el transcurso de nuestra carrera y educado con esfuerzo y entusiasmo.

A todas las personas que de forma directa o indirecta nos ayudaron para la elaboración de este trabajo.

Allan Alberto Ruíz Baltodano

Lewis Antonio Morales Corea.

Idania Elizabeth Cortez López.

DEDICA.

A Díos nuestro Señor por otorgarme la vida, la salud y la sabiduría para poder salir adelante con mis estudios y poder completar todas mis metas.

A mí madre Zaskya Corea la cual ha sido un ejemplo de superación y lucha durante toda mi vida, quien me ha alentado a seguir adelante y luchar por mis sueños para convertirlos en logros y realidades.

A mis abuelos Luís Corea y Marlene Carcache, los cuales más que mis abuelos han sido unos padres para mí y que sin ellos jamás hubiera podido cumplir todas mis metas académicas.

Lewís Antonio Morales Corea.

DEDICADA

A Dios

Por haberme dado la perseverancia para seguir siempre adelante y ver cumplir mis metas.

A Mis padres

Dorian Ruíz y Dulce Baltodano por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento que han contribuido al éxito en todas mis metas alcanzadas.

A Mis Tíos

Donald Lechado e Irene Ruíz por haberme abierto las puertas de su casa y acogerme como un hijo más durante todos mis estudios.

A mis familiares Baltodano

Por apoyarme siempre y decirme que todo éxito en la vida conlleva grandes sacrificios para mi superación personal.

Allan Alberto Ruíz Baltodano.

RESUMEN.

Este estudio monográfico es para determinar el balance de carga energético del Recinto Universitario Pedro Arauz Palacio (RUPAP) y Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería, en el cual se recopiló información necesaria para plantear las propuestas para el uso eficiente de la energía en ambos recintos.

También se detectó las fallas de distribución de carga en los bancos de transformadores los cuales algunos poseen un exceso de consumidores que exceden la carga a la cual están diseñados dichos bancos. Los que al ser sobrecargados durante las horas picos cuando la mayoría de sus consumidores están en uso, provoca que se dispare el dispositivo de seguridad que poseen los bancos para no causarles daños, para evitar estos incidentes se propusieron recomendaciones que aumentan la seguridad de los equipos así como también de los operarios mismos.

Se evaluó las condiciones de los diferentes consumidores lo cual nos indica que la mayoría de ellos ya dieron su vida útil y esto incide en que la eficiencia energética de ellos no sea la indicada, así como también puede ocasionar accidentes como: incendios, explosiones, fugas de aceite dieléctrico, etc. Entre estos consumidores se consideraron los de mayor consumo, notando también que carecen de una red de distribución eléctrica segura, porque la misma ya no está en condiciones óptimas, hay conexiones de alto riesgo para las personas tales como: cables en el piso, fugas de agua alrededor de las conexiones y esto indica riesgo ya sea para los mismos equipos así como también para las personas que trabajan en esos lugares.

Se comparó este estudio con otros estudios hechos anteriormente con el fin de verificar si se implementaron recomendaciones anteriores que contribuían al ahorro de energía, y si la demanda de energética ha variado con respecto al tiempo.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL:	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	3
JUSTIFICACIÓN.	4
I. MARCO TEORICO.	6
1.1. TRANSFORMADORES.	6
1.1.1. ESPECIFICACIONES PARA ADQUIRIR UN TRANSFORMADOR.....	9
1.2. TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS.	12
1.3. TRANSFORMADORES TRIFASICOS.....	12
1.4. RED ELÉCTRICA.....	12
1.5. LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.	13
1.6. MATERIALES UTILIZADOS EN LINEAS DE TRANSMISION.....	13
1.7. VOLTAJE.	16
1.8. CORRIENTE ELÉCTRICA.....	16
1.9. CONEXIÓN TRIFASICA.	17
1.10. CONEXIÓN EN ESTRELLA.	17
1.11. CONEXIÓN EN DELTA.	18
1.12. COMPARACION ENTRE LA CORRIENTE EN ESTRELLA Y EN TRIANGULO.	18
1.13. POTENCIA ACTIVA.	19
1.14. POTENCIA APARENTE.....	19
1.15. P OTENCIA REACTIVA.	20
1.16. FACTOR DE POTENCIA.....	20
1.17. CARGO POR FACTOR DE POTENCIA.	21
1.18. FACTOR DE CARGA.....	22
1.19. FACTOR DE SERVICIO.	22
1.20. MOTORES ELÉCTRICOS.....	22
1.21. EFICIENCIA DEL MOTOR (η).	23
1.22. MÉTODOS DE MEDICIÓN.	23
1.23. SISTEMA DE ILUMINACIÓN.	24

1.24.	INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.	25
1.25.	DIAGRAMA TAGUCHI.	26
II.	ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LOS DATOS (UNI-RUPAP).	28
2.1.	CÁLCULOS PARA LA CARGA DE CONSUMO DEL BANCO DE TRANSFORMADOR #6 DE 3X75 KVA.	34
2.1.1.	SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERNO.	37
2.1.2.	SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERNO.	40
2.1.3.	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.	42
2.2.	RESULTADOS DEL ESTADO DE LOS BANCOS DE TRANSFORMADORES DE LA UNI-RUPAP. 51	
2.2.1.	Banco de transformador #1 de 50 KVA monofásico.	52
2.2.2.	Banco de transformador #2 de 225 KVA trifásico.	54
2.2.3.	Banco de transformador # 3 de 500 KVA trifásico.	56
2.2.4.	Banco de transformador # 4 de 175 KVA monofásico.	58
2.2.5.	Banco de transformador # 5 de 3x100 KVA monofásico.	61
2.2.6.	Banco de transformador # 7 de 37.5 KVA monofásico	64
2.2.7.	Banco de transformador # 8 de 3x25 KVA trifásico	66
2.2.8.	Banco de transformador # 9 de 3x75 KVA trifásico	69
III.	ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LOS DATOS (UNI-RUSB).	74
3.1.	Cálculos para la carga de consumo del banco transformador #8 de 1x25 kVA.	79
3.1.1.	SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERNO.	81
3.1.2.	SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.	83
3.2.	RESULTADOS DEL ESTADO DE LOS BANCOS DE TRANSFORMADORES DE LA UNI-RUSB. 92	
3.2.1.	Banco de transformador #1 3x100kVA Trifásico.	93
3.2.2.	Banco de transformador #2 de 225 kVA Trifásico.	95
3.2.3.	Banco de transformador # 3 de 3X75 KVA.	97
3.2.4.	Banco de transformador # 4 de 225 kVA.	99
3.2.5.	Banco transformador # 5 de 225 kVA Monofásico.	101
3.2.6.	Banco de transformador # 6 de 75 kVA Monofásico.	104
3.2.7.	Banco de transformador # 7 de 1X75 KVA monofásico.	106
3.2.8.	Banco de transformador # 9 de 3X75 KVA trifásico.	108

3.2.9. Banco de transformador # 10 de 3X50 KVA trifásico.....	110
IV. RESULTADOS.....	114
Sistematización de las posibles causas del problema en la distribución de la carga eléctrica.	119
CONCLUSIONES.....	120
RECOMENDACIONES.....	122
BIBLIOGRAFIA.....	124

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Materiales utilizados en las líneas de transmisión.

Tabla 2: Tipo de material de acuerdo a las condiciones.

Tabla 3: Información básica de los transformadores.

Tabla 4: Sub-centros de carga de la primera planta.

Tabla 5: Sub-centros de carga de la segunda planta.

Tabla 6: Tipo de tecnología T12/d.

Tabla 7: Bombilla de alta intensidad de vapor de mercurio.

Tabla 8: Capacidad térmica y consumo eléctrico por equipos.

Tabla 8.1: Mediciones puntuales.

Tabla 9: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 10: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 11: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 12: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 13: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 14: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 15: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 16: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 17: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 18: Información básica de los transformadores

Tabla 19: Tipo de tecnología T12/d.

Tabla 20: Capacidad térmica y consumo eléctrico por equipos.

Tabla 20.1: Mediciones puntuales.

Tabla 21: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla22: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 23: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 24: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 25: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 26: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 27: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 28: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 29: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 30: Potencia del banco transformador vs. Consumo actual.

Tabla 31: Especificaciones de los split.

Tabla 32: Banco de transformador para los split.

Tabla 33: Capacidad del cable.

ÍNDICE DE IMÁGENES DE UNI-RUPAP

Imagen 1. Consumo de energía del Banco de transformador #6

Imagen 2. Consumo de energía del Banco de transformador #1

Imagen 3. Consumo de energía del Banco de transformador #2

Imagen 4. Consumo de energía del Banco de transformador #3

Imagen 5. Consumo de energía del Banco de transformador #4

Imagen 6. Consumo de energía del Banco de transformador #5

Imagen 7. Consumo de energía del Banco de transformador #7

Imagen 8. Consumo de energía del Banco de transformador #8

Imagen 9. Consumo de energía del Banco de transformador #9

ÍNDICE DE IMÁGENES UNI-RUSB

Imagen 10. Consumo de energía del Banco de transformador #8

Imagen 11. Consumo de energía del Banco de transformador #1

Imagen 12. Consumo de energía del Banco de transformador #2

Imagen 13 Consumo de energía del Banco de transformador #3

Imagen 14. Consumo de energía del Banco de transformador #4

Imagen 15. Consumo de energía del Banco de transformador #5

Imagen 16. Consumo de energía del Banco de transformador #6

Imagen 17. Consumo de energía del Banco de transformador #7

Imagen 18. Consumo de energía del Banco de transformador #9

Imagen 19. Consumo de energía del Banco de transformador #10

INTRODUCCIÓN.

Los Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) se abastecen de energía eléctrica mediante la red de la empresa TSK-Melfosur.

Cuenta con distintos consumidores como equipos de climatización, equipos de iluminación, equipos industriales, etc., los cuales demandan distintas potencias para cumplir con sus funciones requeridas.

Los recintos están divididos en distintas facultades y programas; el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) tiene tres facultades las cuales son: Facultad de Tecnología de la Industria (FTI), Facultad de Tecnología de la Construcción (FTC), Facultad de Ciencias y Sistema (FCYS).

El Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) tiene tres facultades las cuales son: Facultad de Arquitectura (FARQ), Facultad de Ingeniería Química (FIQ), Facultad de Electrotecnia y Computación (FEC)

Todos los edificios tanto administrativos como de salones de clases poseen distintos tipos de consumidores, además cuenta con diferentes laboratorios, los cuales ofrecen una gran demanda de potencia eléctrica.

La potencia eléctrica necesaria para cumplir con las demandas es abastecida por distintos bancos de transformadores, los cuales están interconectados en las líneas de distribución de los recintos para abastecer la demanda de potencia de todos los consumidores.

Los Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) cuenta con dos tipos de bancos de transformadores: monofásicos y trifásicos de distintas capacidades, cada banco de transformador esta designado a una cierta área de distribución.

La electricidad llega hasta los edificios mediante un cable llamado acometida, que es un cable de la red de distribución que entra en el edificio y se conecta al cuadro del centro de carga (panel de distribución), los cables suben por los huecos interiores de los edificios hasta las terminales para los consumidores.

La carga de instalación de los bancos de transformadores está relacionada directamente con la distribución de la carga de diseños de los distintos consumidores.

Mediante la distribución correcta de la potencia de la carga suministrada por los bancos de transformadores se puede aprovechar de manera eficiente la potencia suministrada por estos.

Toda mala distribución de los consumidores sobrecarga los bancos de transformadores de su diseño de fábrica o pueden estar sobredimensionados si alimentan a pocos consumidores desperdiciando toda la potencia instalada.

Para que cada banco de transformador cumpla con sus funciones de diseño de manera eficiente se necesita además de una buena distribución de sus consumidores instalados, de una red de distribución que cumpla con todos los requerimientos debidos tales como: el material adecuado de acuerdo al tipo de condición del clima en que estará instalado, el calibre recomendado para soportar los distintos bloques de energía desde el banco de transformador a los consumidores.

OBJETIVO GENERAL:

1. Determinar el balance de carga energético del Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Detectar la demanda de energía en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB).
2. Detectar las fallas de distribución de energía eléctrica en los recintos.
3. Plantear propuestas de mejoras en la distribución de la red eléctrica con los potenciales consumidores.
4. Evaluar las condiciones de los diferentes consumidores.
5. Comparar los resultados obtenidos por estudios anteriores.

JUSTIFICACIÓN.

La investigación monografía ofrece una propuesta de mejora a la eficiencia en el consumo de la potencia eléctrica en los Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI).

Al mejorar la eficiencia en la potencia eléctrica consumida se disminuirá el consumo de esta, por el cual beneficia tanto económicamente como ambientalmente, ya que en las últimas décadas se procura cuidar al máximo de nuestros recursos.

De acuerdo a la recopilación de los datos se va a obtener la potencia demandada de los consumidores a los bancos de transformadores, de esta manera se podrá realizar una mejor distribución de la carga demandada, ya que la mala distribución de los consumidores conectados a cada banco de transformador disminuye la eficiencia y provoca fallas en estos como derrames de aceite dieléctrico por sobrecarga.

El estudio realizado por el Centro de Producción Más Limpia en el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios en el año 2010 determino que el 38% de las unidades de climatización se encuentran en mal estado, las cuales representan el 70% del consumo de energía total.

El estudio determinó que el 10% de los bancos transformadores se encuentran sobre cargados de su capacidad de diseño.

Este estudio realizo propuestas de mejoras para garantizar un uso eficiente de la energía entre las cuales está realizar planes de mantenimiento para las unidades, todos los equipos eléctricos, incluyendo mayor énfasis en los equipos de climatización.

Este mismo estudio fue elaborado en el Recinto Universitario Simón Bolívar, este estudio determinó que el 54% del consumo total de energía es por el uso de unidades de climatización y el 27% lo representan las unidades de iluminación.

El Centro de Producción Más Limpia luego de realizar este estudio realizo recomendaciones para proporciona un plan de mejora continua y de esta manera mejorara la eficiencia energética.

Ofrecer capacitaciones a los empleados y estudiantes de los recintos sobre temas de ahorro de energía, ubicación de rótulos a lo largo de los pasillos con recomendaciones de ahorro energía, desconexión de los equipos al finalizar la jornada laboral y los fines de semana.

Estas recomendaciones hoy en día no están siendo implementadas, y los planes de mejora no han alcanzado metas esperadas.

Este estudio del CPML determina que implementando estas recomendaciones los gastos de consumo energético se podrían reducir en un 56%.

Mediante este estudio monográfico se espera obtener nuevos resultados del consumo actual de los recintos. Proporcionando nuevas propuestas de mejoras realizando una comparación entre los resultados obtenidos por el CPML y nuestro resultado.

I. MARCO TEORICO.

Los Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) y Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) cuenta con una red de distribución de energía comercial, suministrada por TSK-Melfosur.

El Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) cuenta con 9 bancos de transformadores y el Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) cuenta con 10 bancos de transformador.

1.1. TRANSFORMADORES.

Se llama transformador al convertidor inductivo estático que consta de dos o más devanados mutuamente fijos y acoplados inductivamente entre si y destinados para transformar los parámetros de energía eléctrica alterna (tensión, corriente, frecuencia, numero de fases) mediante la inducción electromagnética. (Maquinas eléctricas, A.V Ivanov-Smolenski, editorial Mir. Moscú, pag.29)

La energía de corriente alterna es suministrada al devanado primario del transformador desde una red que tiene un número de fases m_1 , una tensión U_1 y una frecuencia f_1 . A su vez es transmitida mediante un campo electromagnético al devanado secundario que tiene un número de fases m_2 , una tención de fase U_2 y una frecuencia f_2 . En la mayoría de los casos con el transformador solo se convierten las tensiones $U_1 \neq U_2$ y las corrientes $I_1 \neq I_2$ sin variar la frecuencia y el número de fases.

Generalmente entre los devanados no existe ninguna conexión eléctrica y la energía se transfiere de un devanado a otro mediante el acoplamiento magnético existente entre ellos.

Según el número de fase los transformadores se clasifican en monofásicos, trifásicos y polifásicos. El transformador como convertidor de energía eléctrica tiene un empleo bastante amplio. Con ayuda de los transformadores se efectúa la transformación de energía eléctrica desde las centrales eléctricas hasta sus consumidores. En dichas transmisiones el nivel de las tensiones debe cambiar repetidamente. Por esta razón, la potencia total instalada de los transformadores en los sistemas eléctricos modernos, sobrepasan entre 5 a 7 veces la potencia instalada de los generadores

Los transformadores se construyen de acuerdo a las especificaciones técnicas o en correspondencia con los requerimientos de los estándares y están destinados por la fábrica productora para ejecutar completamente determinadas funciones en la transformación de la energía eléctrica.

La frecuencia, las corrientes, tensiones, potencias y otros parámetros, referentes al régimen de funcionamiento para el cual el transformador ha sido destinado por el constructor se llaman nominales.

La frecuencia nominal (f_{nom}) de las magnitudes armónicamente variables (corriente y tensiones) para los transformadores de empleo usual es de 50 Hz en la URSS, en algunos otros países 60 Hz, como, por ejemplo, Nicaragua.

Las corrientes nominales se determinan de acuerdo a la potencia y a la tensión nominal del devanado, para un transformador monofásico, para la corriente de línea del transformador, para la corriente de fase de un transformador trifásico.

La información de los datos nominales en el tablero del transformador no se debe entender como prescripción para su explotación solo en el régimen nominal. El funcionamiento del transformador también posible en la gama de variación de la corriente I_2 desde 0 hasta I_{2nom} ; del mismo modo son factibles algunas sobrecargas de corriente, limitadas en el tiempo, e incluso pequeñas variaciones de tensión y frecuencia, especialmente señaladas en la GOST.

Cabe señalar, que cuando la tensión primaria es fija $U_{1nom} = \text{Constante}$, la tensión secundaria U_2 depende de la carga secundaria y de su carácter; esta puede diferir en $\pm 5 \dots 10\%$ de la tensión U_2 en vacío, cuando la corriente $I_2=0$. Al parecer, como tensión nominal S_{nom} . Sin embargo, esta la tensión depende de la fase la corriente I_2 con respecto a la tensión. Por esta razón, para evitar dicha incertidumbre como tensión nominal secundaria del transformador se debe tomar la tensión en vacío (o sea cuando $I_2=0$).

Por corriente nominal secundaria, condicionalmente se toma la corriente calculada por la potencia nominal para la tensión nominal secundaria es decir: $I_{2nom} = S_{nom} / U_{2nom}$ para un transformador monofásico; $I_{2nom.lin} = S_{nom} / \sqrt{3} U_{2nom.lin}$ para la corriente de fase de un transformador trifásico.

Según la relación existente entre las tensiones nominales de los devanados primario y secundario, los transformadores se clasifican en reductores y elevadores. En un transformador elevador el devanado primario es el de baja tensión (BT) y el secundario es el de alta tensión (AT). En un transformador reductor es al contrario. Por ejemplo, el transformador será elevador si $U_{1nom} < U_{2nom}$ y reductor si $U_{1nom} > U_{2nom}$.

1.1.1. ESPECIFICACIONES PARA ADQUIRIR UN TRANSFORMADOR.

A la hora de adquirir un transformador existen una serie de especificaciones que se deben suministrar al fabricante.

1. Tipo de transformador (transformador de arrollamientos separados o Autotransformador.).
2. Número de fases, monofásico o polifásico.
3. Frecuencia.
4. Potencia nominal (en kVA) de cada arrollamiento y en el caso de que la extensión de tomas exceda del $\pm 5\%$, la toma de corriente máxima especificada (Si es aplicable)
5. Tensión nominal de cada arrollamiento.
6. Tipo de conexión (estrella Y o triángulo Δ), ángulo horario y si el neutro es accesible (en su caso).
7. Necesidad de cambiar las tomas con el transformador en carga o posibilidad de hacer lo desconectado, rango de las tomas y localización de las mismas, indicación de si la regulación de tensión es a flujo constante o a flujo variable.
8. Tensión de cortocircuito porcentual a corriente nominal en la toma principal para los diferentes pares de arrollamientos y en el caso de que vaya a operar en paralelo al menos también entre las tomas de los extremos.
9. Si va a operar en el interior o en el exterior.

10. Tipo de refrigeración y si utiliza varios sistemas diferentes especificar la potencia nominal de cada uno de ellos.
11. Condiciones de temperatura más elevada y temperatura ambiente incluyendo la altura. En caso de refrigeración por agua, análisis químico del agua.
12. Número de bancos de refrigeración, capacidad de respuesta en caso de producirse algún fallo y número de bombas y/o ventiladores que hay en espera.
13. Tensión más elevada para cada arrollamiento.
14. Sistema de puesta a tierra de cada arrollamiento.
15. Especificar si el aislamiento de los arrollamientos es o no uniforme. En el caso de que no lo sea, capacidad del neutro para soportar tensión a frecuencia industrial y nivel de impulsos soportados en caso de que sea requerido un ensayo de impulsos en el neutro.
16. Para arrollamientos con tensiones superiores a 300 KV, método de ensayo dieléctrico.
17. Valores de tensión que puede soportar el aislamiento de los terminales de las líneas. Ensayos para impulsos tipo rayo y maniobra, un minuto a frecuencia industrial y de larga duración a frecuencia industrial con medida de descargas parciales siempre que sea posible.
18. Limitaciones de peso y dimensiones para su transporte, requisitos especiales, si los hubiera, de instalación, montaje y manipulación.
19. Si es necesario arrollamiento terciario de estabilización.

20. Intensidad de vacío para el caso de sobreexcitación o cualquier otra situación excepcional de servicio.
21. Combinaciones en carga en caso de transformadores con arrollamientos Múltiples y cuando sea necesario activar y reactivar las salidas separadamente, Especialmente en el caso de transformadores con arrollamientos múltiples o autotransformadores.
22. Detallar los suministros auxiliares de tensión (ventiladores, bombas, cambiadores de tomas en carga, motores, alarmas y controles).
23. Control del cambiador de tomas en carga.
24. Nivel de cortocircuito de los sistemas eléctricos donde el transformador va a ser conectado.
25. Valores de presión y vacío soportados por la cuba del transformador.
26. Nivel de ruido requerido.
27. Número de rieles y el largo del transformador para su transporte y galibó del ferrocarril.
28. Accesorios requeridos con su descripción detallada.

Cualquier otra información apropiada, incluidas pruebas especiales si las hubiese y la expresión de cálculo de las pérdidas.

1.2. TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS.

Los Transformadores monofásicos de distribución, se utilizan de la misma forma que los trifásicos, sirven para variar la tensión de los diferentes valores de media tensión de la red (1,000 Voltios hasta 30,000 Voltios), a niveles que permitan su aprovechamiento (tensiones menores a 1,000 Voltios).

1.3. TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS.

Los transformadores trifásicos han venido siendo útiles para la generación de corriente en grandes redes eléctricas son lo más usual en lo que tiene que ver al número de usuarios de tipo comercial e industrial que hacen uso del sistema, y es necesario considerar la importancia que tiene el mismo.

Para la energía de un sistema trifásico se puede transformar por medio de tres transformadores monofásico, en otro caso solo con el uso de un transformador trifásico por facilidad en las instalaciones eléctrica o ya sea por razones de tipo económico, es preferible el uso del transformador trifásico.

1.4. RED ELÉCTRICA.

Una red eléctrica es una red interconectada que tiene el propósito de suministrar electricidad desde los proveedores hasta los consumidores. Consiste de tres componentes principales, las plantas generadoras que producen electricidad de combustibles fósiles (carbón, gas natural, biomasa) o combustibles no fósiles (eólica, solar, nuclear, hidráulica), las líneas de transmisión que llevan la electricidad de las plantas generadoras a los centros de demanda y los transformadores que reducen el voltaje para que las líneas de distribución puedan entregarle energía al consumidor final.

1.5. LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA.

Una línea de transmisión eléctrica es un conjunto de conductores o cables que transmiten bloques de energía desde un centro de producción hasta un centro de consumo. Los conductores se soportan en altas estructuras (torres o postes) que las separan la distancia necesaria con respecto a la tierra, los edificios y cualquier otro objeto. La altura de estas estructuras garantiza que el flujo de electricidad a través de los conductores sea continuo y asegura que no se producirá interferencia con ningún otro elemento presente en el medio.

Al conjunto de cables eléctricos, más delgados que los usados en líneas de transmisión que transportan la energía eléctrica desde una subestación eléctrica hasta un conjunto de consumidores se les denomina a la red de distribución eléctrica.

1.6. MATERIALES UTILIZADOS EN LINEAS DE TRANSMISION.

Existen varios materiales que son utilizados en las líneas de transmisión, esto de acuerdo a las necesidades de la línea. Por ejemplo el cobre duro es utilizado en las líneas aéreas donde se requiere más propiedades mecánicas de tensión ya que si se pone cobre suave la línea tendera a pandearse debido a la gravedad y a su propio peso. Y en líneas subterráneas se utiliza el cobre suave, debido a que si utilizamos el cobre duro le quitaría la flexibilidad que estas requieren para su instalación y manejo.

TABLA 2: MATERIALES UTILIZADOS EN LAS LINEAS DE TRANSMISION.

Material	Aplicaciones	Tipo de poste	Herrajes
Aluminio	Se utiliza en distancias de 30 a 40mts.	Postes de Madera, estructuras pequeñas, concreto y hormigón	De 15,000Lbs
Cobre	Se utiliza en distancias de 60 a 80 mts.	Postes de Madera, estructuras pequeñas, concreto y hormigón	De 15,000Lbs
ACSR	Se usa en distancias de 100 a 120 mts.	Postes de Madera, acero y estructuras metálicas pequeñas	De 25 a 35KLbs
-Cobre Hueco -Aluminio Hueco	Se usa en distancias de 4 a 20 mts.	Aisladores Soporte	De 3 ½ y 5 ½

- En resumen los materiales más utilizados son:

- Cobre duro (En líneas aéreas).
- Cobre suave (En líneas subterráneas).
- Aluminio o aleación.
- Aluminio y acero acsr.

TABLA 2: TIPO DE MATERIAL DE ACUERDO A LAS CONDICIONES.

ZONA DE CORROSION	TIPO DE CABLE
LIGERA(L)	Aluminio con núcleo de acero (acsr).
MEDIA(M)	Aluminio con núcleo de alumonelo (acsr/aw).
FUERTE(F)	Coopperweld y cobre (cw-cu).

- Clasificación de los conductores por la forma de su sección.

- A. 1 solo hilo.
- B. Más de 2 hilos.
- C. Conductor hueco.

Determinación de número de hilos a través de la cantidad de capas para conductores concéntricos.

$$3x^2 - 3x + 1 = n$$

n = Número de hilos

x = Número de capas considerando al conductor central como 1

$$1) 3(1)^2 - 3(1) + 1 = 1$$

$$2) 3(2)^2 - 3(2) + 1 = 7$$

$$3) 3(3)^2 - 3(3) + 1 = 19$$

$$4) 3(4)^2 - 3(4) + 1 = 37$$

1.7. VOLTAJE.

El voltaje o diferencia de potencia es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza automotriz sobre las cargas eléctricas para que se establezca el flujo de una corriente eléctrica.

La ley que relaciona la corriente con el voltaje es la ley ohm, de la siguiente manera:

$$V = I * R$$

1.8. CORRIENTE ELÉCTRICA.

La corriente eléctrica es el flujo de carga o electrones por unidad de tiempo que recorre un material, el cual se debe al movimiento de los electrones por el interior del material.

La corriente eléctrica es I, la carga es Q que pasa por un punto dado de un conductor eléctrico en la unidad de tiempo t.

$$I = \frac{Q}{t}$$

La unidad de medida de la corriente eléctrica es el Ampere. Un Ampere (A) es el paso de una carga de un coulomb por segundo a través de una sección transversal de cualquier conductor.

La corriente eléctrica se calcula mediante la ley de ohm

$$I = \frac{V}{R}$$

1.9. CONEXIÓN TRIFÁSICA.

La tensión trifásica, es esencialmente un *sistema de tres tensiones alternas acopladas* (se producen simultáneamente las 3 en un generador) y *desfasadas 120° entre sí* (o sea un tercio del Periodo).

Estas tensiones se transportan por un sistema de 3 conductores (3 fases), o de cuatro (tres fases + un neutro). Por convención las fases se denominan R, S, T, y N para el conductor neutro si existe.

Los receptores monofásicos se conectan entre dos conductores del sistema de 3 o 4 conductores, y los motores y receptores trifásicos a las 3 fases simultáneamente.

Los transformadores para la corriente trifásica son análogos a los monofásicos, salvo que tienen 3 devanados primarios y 3 secundarios.

1.10. CONEXIÓN EN ESTRELLA.

La conexión estrella se designa por la letra Y. Se consigue uniendo los terminales negativos de las bobinas en un punto en común que denominamos neutros y que normalmente se conecta a tierra, los terminales positivos se conectan a las fases.

En la conexión en estrella, cada generador se comporta como si fuera monofásico y produjera una tensión de fase o tensión simple. Estas tensiones serían U_1 , U_2 y U_3 . La tensión compuesta es la que aparecerá entre dos fases. Estas serán U_{12} , U_{13} y U_{23} .

$$U = \sqrt{3} * U_1$$

El factor $\sqrt{3}$ se denomina también factor de concentración.

1.11. CONEXIÓN EN DELTA.

La conexión delta se llama así debido a su parecido con el signo griego Δ “delta”, que parece un triángulo. En tal configuración cada lado del triángulo contiene una fuente de voltaje y no existe una conexión de un punto común. Debido a esta configuración, no existe la necesidad de un cable neutro, ya que una de las fuentes podría fallar quedando desconectada sin afectar la corriente o voltaje en el sistema.

$$U = U_1$$

1.12. COMPARACION ENTRE LA CORRIENTE EN ESTRELLA Y EN TRIANGULO.

Los circuitos de consumo conectados en estrella, pueden transformarse en la mayoría de los casos en conexiones en triángulos y viceversa. Con este cambio de conexión supone una variación de las corrientes y tensiones en las cargas, también se modificara el consumo de potencia.

1.13. POTENCIA ACTIVA.

Es la potencia mediante la cual se aprovecha como trabajo. Esta potencia se mide en vatios (W).

La potencia activa en los circuitos de AC responde a la siguiente expresión:

$$P = S * \cos\varphi = V * I * \cos\varphi$$

V: Valor eficaz de la tensión.

I: Valor eficaz de la corriente.

$\cos\varphi$: factor de potencia (comprendido entre 0 y 1).

S: Potencia aparente.

1.14. POTENCIA APARENTE.

Se considera la energía real demandada por los consumidores, que no es más que la suma vectorial de la potencia activa y potencia reactiva, se mide en VA(Voltio Amper).

$$S = V * I = \sqrt{P^2 + Q^2} < \tan^{-1}\left(\frac{Q}{P}\right)$$

1.15. P OTENCIA REACTIVA.

No es una potencia (energía) realmente consumida en la instalación, ya que no produce trabajo útil debido a que su valor es medio nulo. Aparece en una instalación eléctrica en la que existen bobinas o condensadores, y es necesaria para crear campos magnéticos y eléctricos en dichos componentes. Se representa por Q y se mide en voltiamperios reactivos (VAr).

La potencia reactiva se puede determinar mediante la siguiente expresión matemática:

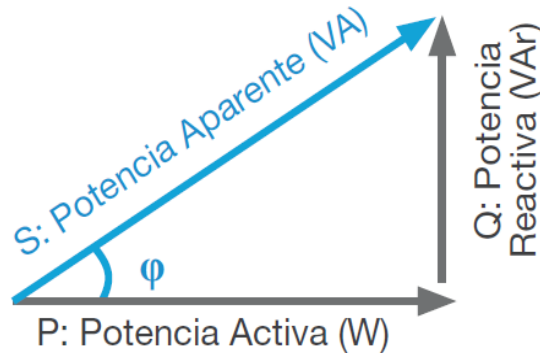
$$Q = I * V * \text{Sen}\phi$$

1.16. FACTOR DE POTENCIA.

Es un indicador cuantitativo y cualitativo del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica, describe la cantidad de energía eléctrica que se ha convertido en trabajo.

El factor de potencia (fp) es la relación entre la potencia activa (P) y la potencia aparente(S) si la tensión y corriente son señales sinusoidales.

$$fb = \frac{\text{Potencia activa}}{\text{Potencia aparente}} = \frac{P}{S} = \frac{V * I \cos \varphi}{V * I} = \cos \varphi$$



1.17. CARGA POR FACTOR DE POTENCIA.

Se aplica sólo a servicios con medición de reactiva cuando el factor de potencia registrado es menor de 0.85. Para el cálculo de bajo factor de potencia se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Recargo F.} = (\text{Importe Energía Activa (Punta + Valle)} \\ + \text{Importe de Demanda}) * (\text{F.P permitido} - \text{F.P.registrado})$$

1.18. FACTOR DE CARGA.

"El factor de carga es la relación entre el consumo durante un periodo de tiempo determinado y el consumo que habría resultado de la utilización continua de la potencia máxima contratada durante ese período."

Factor de Carga es un número que nos indica el porcentaje de utilización de la potencia contratada durante un mes o un año.

Nos sirve para saber si la potencia que tenemos contratada es la correcta para el consumo que tenemos.

Un Factor de Carga muy bajo, por ejemplo, indica que es posible que tengamos contratada una potencia excesivamente alta para nuestro consumo, y que es posible que consigamos ahorrar en la factura si bajamos la potencia contratada.

1.19. FACTOR DE SERVICIO.

Es un factor por el que se multiplica la potencia nominal ($1.25 \cdot \text{hp}$) para conocer la capacidad de sobrecarga que el motor puede soportar sin exceder los límites de elevación de temperatura establecidos.

El factor de servicio ("Power factor" o "SF") provee una indicación de la sobrecarga continua que un motor puede tolerar sin dañarse.

1.20. MOTORES ELÉCTRICOS.

Es un dispositivo que está compuesto por un estator que se encuentra fijo a la carcasa y un rotor que gira en el interior del estator. La función del motor eléctrico es transformar la energía eléctrica en energía mecánica.

1.21. EFICIENCIA DEL MOTOR (η).

Es una medida de la habilidad del motor de transformar la potencia eléctrica en potencia mecánica útil.

$$\eta = \frac{\text{Potencia mecánica}}{\text{Potencia eléctrica}} \times 100\%$$

1.22. MÉTODOS DE MEDICIÓN.

“Lo que no se puede medir, no se puede mejorar”

Para las ciencias físicas: medir significa “asignar números a objetos y eventos de acuerdo a reglas” (Stevens, 1951).

Toda medición eléctrica se realiza considerando los riesgos potenciales a la seguridad personal. Recuerde siempre considerar el riesgo al que se está expuesto de la siguiente manera.

1. Evalúe el riesgo.
2. Analice el riesgo.
3. Actúe seguro.

Utilice siempre los aparatos de medición adecuados y el EEP (Equipo de Protección Personal) para la realización de mediciones eléctricas.

Las mediciones de las cargas eléctricas de los consumidores de los bancos de transformadores se realizó midiendo corriente y voltaje.

Las mediciones se tomaran de los centros de cargas midiendo voltaje entre línea y neutro/ línea y línea. La corriente se medirá en cada línea de los centros de cargas.

1.23. SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

Se define luminaria como un aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación.

Una instalación de alumbrado debería satisfacer los requisitos de iluminación de un espacio particular sin malgastar energía. Sin embargo, es importante no comprometer los aspectos visuales de una instalación de iluminación simplemente para reducir el consumo de energía.

Algunos tipos de lámparas utilizan un dispositivo para su funcionamiento conocido como balastro, el cual cumple con las funciones de regular la corriente eléctrica a través del tubo y a su vez suplir el voltaje requerido para la operación de este, en algunos casos se utiliza para compensar las variaciones de voltaje cuando estos se encuentran presentes en las líneas conductoras.

Existen diversos tipos de lámparas tanto para la iluminación interior como para la iluminación exterior, la figura 1 muestra los tipos de lámparas utilizadas para la iluminación interior:

FIGURA 1: TIPOS DE LAMPARAS.

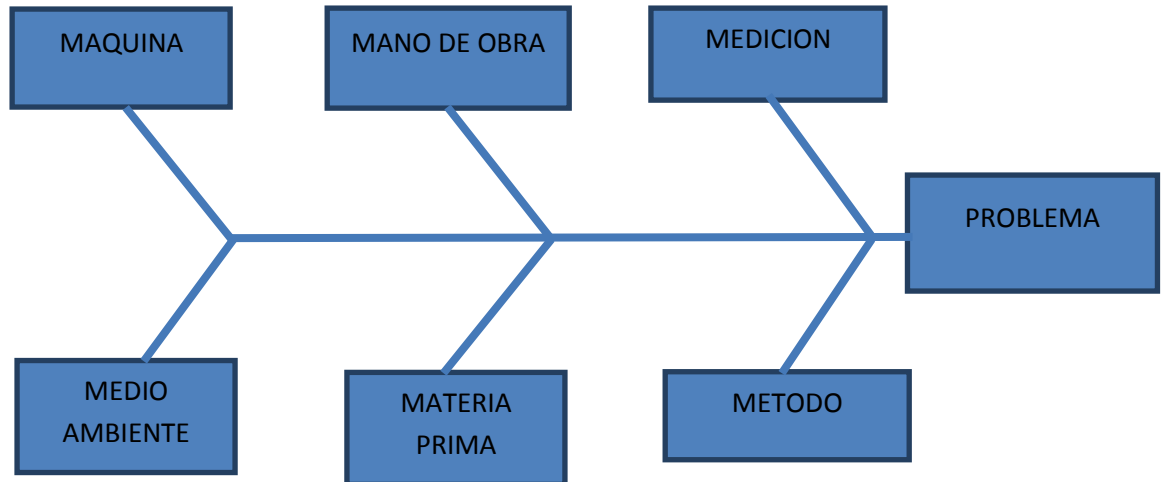
Tipo de lámpara	Imagen	Índice de reproducción cromática (0-100)	Vida útil (horas)	Eficacia luminosa (lm/W)	Equipo auxiliar	Observaciones	Coste
Incandescente		100	1.000	9-17	–	Evitar	Reducido
Fluorescente		60-95	8.000-12.000	65-100	Arrancador, balasto y condensador	El balasto electrónico reduce su consumo en un 25%	Reducido
Fluorescente compacta		85	8.000-12.000	45-70	Equipo electrónico incorporado	Retardo en encendido. Las integradas sustituyen directamente a las incandescentes	Medio
Halógena		>90	2.000	15-27	–	Encendido instantáneo. Elevada intensidad luminosa. Corta duración de la lámpara y reducida eficacia luminosa.	Medio
Halógena de bajo consumo		>90	2.000-3.000	18-25	Transformador	Ahorro de un 30% en consumo energético. Mayor vida luminarias y menor calentamiento del ambiente.	Medio

1.24. INDUCCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.

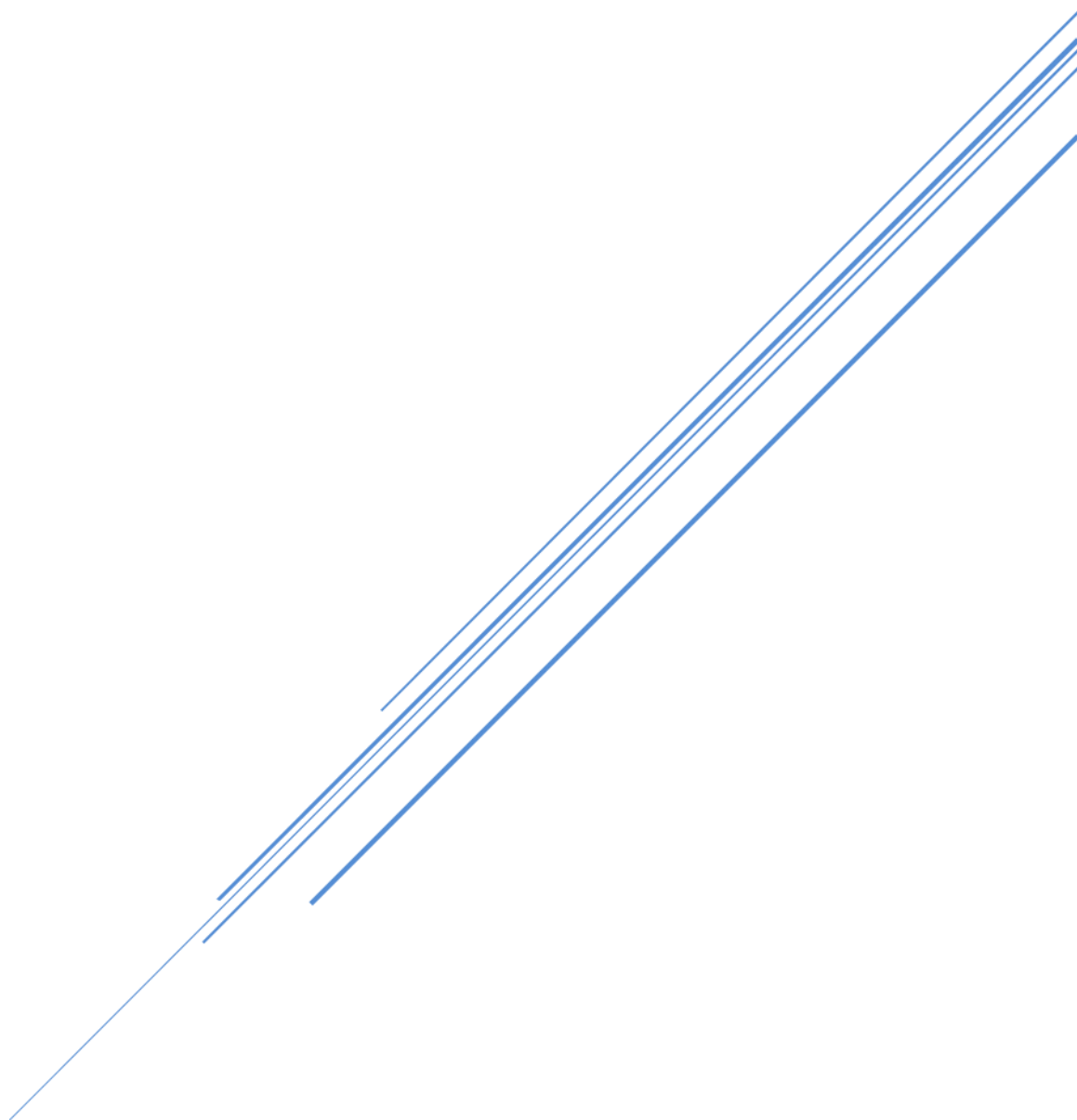
Esta fuente de energía la utilizan consumidores que necesitan un campo electromagnético para realizar sus operaciones, estos consumidores necesitan la potencia activa (P) y la potencia reactiva (Q) para funcionar

1.25. DIAGRAMA TAGUCHI.

El diagrama Taguchi o de espina de pescado ayuda a un equipo de trabajos a determinar las posibles causas de un problema, utilizando la 6 M (Maquina, Mano de obra, Medio ambiente, Método, Materia prima, Medición).



ANALISIS Y RESULTADOS DE LOS DATOS



UNI-RUSB

II. ANALISIS Y RESULTADOS DE LOS DATOS (UNI-RUPAP).

Para determinar el estado de carga al que actualmente se encuentran sometido los bancos de transformadores del Recinto Universitario Pedro Arauz Palacio (RUPAP) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) y del Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) procedimos a realizar el siguiente estudio.

El Recinto Universitario Pedro Arauz Palacio (RUPAP) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) consta con nueve bancos de transformadores, los cuales proporcionan la potencia eléctrica necesaria para cumplir con la demanda de carga de todos los consumidores instalados en el recinto, cada banco de transformadores posee distintas potencias aparentes de diseño (S).

Los bancos de transformador están distribuidos en distintas áreas del recinto, las cuales describiremos a continuación:

- 1- Banco de transformadores #1 de 50 KVA monofásico.

Ubicación: Parte trasera del antiguo CENEG.

- Distribución.

1.1- Antiguo CENEG.

1.2- Edificio 01.

1.3- Cafetín gloria.

2- Banco transformador #2 de 225 KVA trifásico.

Ubicación: Frente a la oficina del DBE.

- Distribución

- 2.1- Edificio 02 planta alta y baja.
- 2.2- Administración
- 2.3- DBE
- 2.4- INNOVA
- 2.5- Cafetín Gerald
- 2.6- Salón Areito
- 2.7- Departamento de Matemática
- 2.8- Jardinería
- 2.9- Mantenimiento
- 2.10- Comisariato

3- Banco transformador # 3 de 500 KVA trifásico.

Ubicación: Frente al taller de máquinas herramientas

- Distribución

- 3.1- Edificio 05 planta alta y baja
- 3.2- Taller de máquinas herramientas
- 3.3- Laboratorio de fundición
- 3.4- Laboratorios de metales
- 3.5- Plantas térmicas
- 3.6- Bodega
- 3.7- Taller automotriz
- 3.8- Aula de usos múltiple
- 3.9- Aula especializada FTC
- 3.10- Laboratorio nacional de metrología
- 3.11- Oficinas de UNEN-MEC

- 3.12- Oficinas de UNEN-IND
- 3.13- Centro de documentación FTC
- 3.14- Oficinas de estructuras FTC
- 3.15- Oficinas de suelo
- 3.16- Aula de clase de suelos
- 3.17- Laboratorio de hidráulica
- 3.18- Antigua carpintería
- 3.19- Bar de don domingo

4- Banco transformador # 4 de 1x25 KVA y de 2x75 KVA monofásico.

Ubicación: Detrás el comedor

- Distribución
- 4.2- Comedor
- 4.3- edificio julio Guevara
- 4.4- cafetín Xiomara
- 4.5- Hamburloca

5- Banco transformador # 5 de 3x100 KVA monofásico.

Ubicación: Detrás del FTI

- Distribución
- 5.1- Edificio FTI
- 5.2- Bomba de agua

6- Banco transformador # 6 de 3x75 KVA monofásico.

Ubicación: Detrás del FTI

- Distribución

6.1- Edificio de la biblioteca

7- Banco transformador # 7 de 37.5 KVA monofásico.

Ubicación: Detrás del edificio Marlon Zelaya

- Distribución

7.1- Edificio Marlon Zelaya.

8- Banco transformador # 8 de 3x25 KVA trifásico.

Ubicación: Detrás de la bloquera.

- Distribución

8.1- Oficinas de biomasa

8.2- Oficinas inspire

8.3- Bomba de agua de la bloquera

8.4- Bloquera

9- Banco transformador # 9 de 3x75 KVA trifásico.

Ubicación: Acceso este del recinto.

- Distribución
- 9.1- Planta de procesamiento de alimentos
- 9.2- UNEN- Sistemas
- 9.3- Sala de dibujo FTI
- 9.4- Aula de clase de FTC
- 9.5- Laboratorios de biomasa
- 9.6- Edificio julio padilla
- 9.7- Centro de reproducción
- 9.8- Antiguo edificio tipo unan
- 9.9- Laboratorios de soldadura
- 9.10- Bar de Roberto
- 9.11- Oficinas UNEN- FTC
- 9.12- Oficinas de hidráulica
- 9.13- Laboratorios de computación FTI
- 9.14- Laboratorio de electromecánica FTI
- 9.15- Laboratorio de computación FTC

El Recinto Universitario Pedro Arauz Palacio (RUPAP) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) cuenta con suministro de energía eléctrica de TSK-Melfosur, tiene conectado tres medidores a la red de distribución de los cuales tiene 3 bancos de transformadores por cada medidor, lo que a su vez cada transformador está conectado a su edificio correspondiente.

El banco de transformador es el equipo que transforma el voltaje del sistema de distribución primario a voltaje del sistema de distribución secundario¹

La siguiente tabla muestra los detalles de los banco de transformadores:

TABLA 3: INFORMACIÓN BÁSICA DE LOS DE TRANSFORMADORES.

Equipo	Numero de Banco de Transformador	Tarifa	Capacidad (kVA)	Capacidad total (kVA)	Capacidad (kW) ²
Transformador	1	T2E Gener al Mayor	1 X 50	50	40
	2		1 X 225	225	180
	3		1 X 500	500	400
	4		1 X 175	175	140
	5		3 X 100	300	240
	6		3 X 75	225	180
	7		1 X 37.5	37.5	30
	8		3 X 25	75	60
	9		3 X 75	225	180
	Total			1,812.5	1,450

El Recinto Universitario Pedro Arauz Palacio (RUPAP) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) posee 9 bancos de transformadores, conectados todos a tres medidores, cada banco de transformador suministra potencia y

¹Normativa de Servicio Eléctrico 006-2000, Consejo de Dirección del Instituto Nicaragüense de Energía.

²Fuente: Compensación de potencia reactiva INELAP, S.A. de C.V. Factor de conversión de KVA a kW multiplicar por 0.8

energía eléctrica a cada edificio, la sumatoria total de la capacidad instalada es una potencia total de 1,812.5kVA. La tarifa eléctrica del Recinto Universitario Pedro Arauz Palacio (RUPAP) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) es T2E MT- General Mayor Binomial C M.

2.1. CÁLCULOS PARA LA CARGA DE CONSUMO DEL BANCO DE TRANSFORMADOR #6 DE 3X75 KVA.



Imagen 1. Banco de transformador #6

Procedemos a calcular la carga eléctrica del banco de transformador # 6 (ver imagen 1) de 3x75 kVA monofásico que abastece el edificio de la biblioteca, este edificio tiene diferentes equipos eléctricos los cuales aportan distintos niveles de consumo al banco de transformador que lo abastece.

Para determinar el consumo actual de carga del banco de transformador al cual está sometido, se contabilizó cada equipo eléctrico con su potencia activa correspondiente, estos datos se obtuvieron por medio de mediciones e inventarios.

Las horas de uso de los equipos se determinó mediante las entrevistas al personal administrativo que labora en el recinto, y de igual manera de nuestra parte realizamos una inspección visual.

Algunas de las capacidades de potencia (P, kW) de los consumidores se obtuvieron de tablas de especificaciones generales (ver anexo número A1).

El edificio de la Biblioteca consta con un sistema eléctrico trifásico distribuido. Posee un centro de carga con un Main principal de 600 Amperios de capacidad a la cual entran tres líneas conectadas en configuración estrella. Mediante la medición de corriente con el amperímetro de tenaza se obtuvo los siguientes datos: línea 1, 300 A; línea 2, 235 A; línea 3, 238 A. De este Main principal se derivan a dos sub-centros de carga.

El centro de carga del laboratorio de computación del edificio de la biblioteca consta de un Main de 90 A de capacidad de diseño, es un centro de carga trifásico de 30 espacios del cual están instalados:

TABLA 4: SUB-CENTROS DE CARGA DE LA PRIMERA PLANTA.

Descripción	Cantidad	Capacidad (A)
Breaker	1	2X60
Breaker	1	2X30
Breaker	2	2X15
Breaker	1	1X30
Breaker	7	1X20
Breaker	9	1X15

La segunda planta consta con dos centros de carga trifásicos uno de 42 espacios en el cual están instalados:

TABLA 5: SUB-CENTROS DE CARGA DE LA SEGUNDA PLANTA.

Descripción	Cantidad	Capacidad (A)
Breaker	4	2X60
Breaker	2	2X15
Breaker	4	1X20
Breaker	11	1X15
Breaker	1	2X70
Breaker	5	2X60
Breaker	2	2X50

Para determinar el consumo que generan los equipos eléctricos del edificio, se procedió a calcular.

2.1.1. SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERNO.

Con el levantamiento de la información en el edificio se encontró lámparas tubo fluorescente lineal (TFL) de 40 W T12 con un total de 222 lámparas en todo el edificio, estas lámparas poseen un balastro electromagnético que representa un aumento del 15 % del consumo, la cuales presentan las siguientes especificaciones:

TABLA 6: TIPO DE TECNOLOGÍA T12/D.

	Diámetro (in)	Potencia (watt)	Flujo luminoso (lúmenes)	Eficiencia (Lm/W)
F 40T12/D	1.5	40	2000	50

La potencia activa (kW/h) demandada por las lámparas fluorescentes será estimada por medio de los siguientes cálculos:

Total de lámparas fluorescentes= 222 TFL

Potencia activa de lámparas de doble tubo fluorescente de 40 W/h = 80 W/h

Potencia total en kW/h.

$$P_t = \frac{\text{Potencia activa} * \text{Numero de consumidores}}{1,000} = kW/h \quad \text{Ecuación 1.}$$

Utilizando la ecuación 1 obtenemos el total de potencia consumida en kW/h.

$$P_t = \frac{80 W/h * 222}{1,000} = 17.76 kW/h$$

Considerando el consumo del 15% de los balastros:

$$P_t = 17.76 \frac{kW}{h} + \left(17.76 \frac{kW}{h} * 0.15 \right) = 20.42 kW/h$$

- Potencia total al día.

Horas de uso al día: 12 horas/día.

$$P_{dia} = P_t * \frac{hrs}{dia} = kW/dia \quad \text{Ecuación 2.}$$

Utilizando la ecuación 2 obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = 20.42 kW/h * \frac{12h}{dia} = 245 kW/dia$$

- Potencia total al mes.

$$P_{mes} = P_{dia} * \frac{24 dias}{1 mes} \quad \text{Ecuación 3.}$$

Utilizando la ecuación 3, la potencia total consumida al mes en kW/mes.

$$P_{mes} = \frac{245 kW}{dia} * \frac{24 dias}{1 mes} = 5,880 kW/mes$$

- Potencia total al año.

$$P_{año} = P_{dia} * \frac{dias}{mes} * \frac{mes}{año} = kW/año \quad \text{Ecuación 4.}$$

Utilizando la ecuación 4, obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 245 \frac{kW}{dia} * \frac{24 dias}{1 mes} * \frac{12 meses}{1 año} = 70,560 kW/año$$

El edificio de la biblioteca tiene un consumo de 20.42 kW/h, lo cual representaría al año un aproximado de 70,560 kW/año de consumo energético proveniente del sistema de iluminación que actualmente posee el edificio.

2.1.2. SISTEMA DE ILUMINACIÓN EXTERNO.

El edificio cuenta con un sistema de iluminación externa para el alumbrado de los alrededores de este mismo. Las especificaciones de este sistema se indican en la tabla 7.

TABLA 7: BOMBILLA DE ALTA INTENSIDAD DE VAPOR DE MERCURIO.

Potencia Watt.	Tipo	Casquillo	Acabado	Flujo luminoso (lúmenes)	Vida útil horas	Clases.
175	H39	E 40	Blanco plata	8,600	24,000	HPL

La potencia activa consumida será estimada por medio de los siguientes cálculos:

Total de bombillo incandescente = 6

Potencia activa: 175 W/h

Horas de huso: 5 h

Utilizando la ecuación 1 obtenemos el total de potencia consumida en kW/h.

$$P_t = \frac{175 \text{ W/h} * 6}{1,000} = 1.05 \text{ kW/h}$$

Utilizando la ecuación 2, obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = 1.05kW/h * \frac{5h}{dia} = 5.25kW/dia$$

Utilizando la ecuación 3, la potencia total consumida al mes en kW/mes

$$P_{mes} = \frac{5.25 kW}{dia} * \frac{30 dias}{1 mes} = 157.5 kW/mes$$

Utilizando la ecuación 4 obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 5.25 \frac{kW}{dia} * \frac{30 dias}{1 mes} * \frac{12 meses}{1 año} = 1,890 kW/año$$

El sistema de iluminación externo demanda 1.05 kW/h, este consumo representaría un estimado de 1,890 kW/año.

- El total de consumo por iluminación en general se estima en:

$$P_T = P_T \text{ interna} + P_T \text{ externa} \quad \text{Ecuación 5.}$$

Utilizando ecuación 5 el consumo por iluminación.

$$P_T = 20.42kW/h + 1.05kW/h = 21.47kW/h$$

- Potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_T = P_{T \text{ año}} \text{ interna} + P_{T \text{ año}} \text{ externa} \quad \text{Ecuación 6.}$$

Utilizando la ecuación 6 el consumo por iluminación.

$$P_T = 70,560 \frac{\text{kW}}{\text{año}} + 1,890 \frac{\text{kW}}{\text{año}} = 72,450 \text{ kW/año}$$

El sistema de iluminación en general tiene un consumo total de 21.47 kW/h que representan un estimado de 72,450 kW/año.

2.1.3. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.

El edificio de la biblioteca cuenta con aires acondicionados en todas sus instalaciones, estos sistemas de climatización se caracterizan por ser centrales y unidades Split que oscilan entre los rangos de 48,000 Btu a 60,000 Btu. Las temperaturas de enfriamientos para el edificio siguen de acuerdo a las especificaciones con valores que oscilan entre 16°C a 22°C con humedad relativa promedio de 63%. Las unidades utilizan refrigerante R -22³.

³La última enmienda del protocolo de Montreal acordada hace dos años, prevé el fin del consumo de HCFCs de nueva producción para el 2,015 en los países desarrollados, y la eliminación en todo el mundo de la producción para 2,040. Y como dato importante está que: un átomo de cloro es capaz de destruir hasta 100,000 moléculas de ozono.

TABLA 8: CAPACIDAD TÉRMICA Y CONSUMO ELÉCTRICO POR EQUIPOS.

Tipo de AA	Capacidad térmica (Btu/hr)	Demanda eléctrica (kW⁴)	Potencia nominal (KW⁵)	Cantidad	Demanda eléctrica total (kW)
Centrales de climatización	48,000	4.1	14.06	5	20.5
Split	48,000	4.1	14.06	1	20.5
Split	60,000	5.1	17.58	13	66.3

El edificio cuenta con dos tipos de modelo de aires acondicionados (centrales y Split), estos tipos de aire tiene diferentes capacidades de enfriamientos y consumo eléctrico a como se muestra en la tabla número 8, la función de las unidades de climatización dentro del edificio es de climatizar las instalaciones para reducir el estrés térmico en cada persona que hacen uso del servicio del edificio.

⁴ Los datos de consumo eléctrico se obtuvieron de tablas de especificaciones, tabla homologa de consumo energético (anexo A).

⁵ Factor de conversión 1Btu/hr = 0.0002930 kW.

TABLA 8.1: MEDICIONES PUNTUALES.

Capacidad térmica (Btu/hr)	Voltaje promedio (V)	Corriente total (A)	Potencia Real. (kW⁶)
48,000	119	40	4.8
48,000	119	40	4.8
60,000	117.6	50	5.8

La potencia activa (kW) consumida por los equipos de climatización será estimada por medio de los siguientes cálculos:

Los datos para calcular la potencia consumida se obtuvieron de la tabla 6.1.

- *Calculo para las centrales de 48,000 Btu/h.*

Utilizando la ecuación 1, obtenemos el total de potencia consumida en kW por las centrales de climatización de 48,000 Btu/h.

Total de centrales de climatización de 48,000 Btu/h = 5

Potencia activa de las centrales de climatización de 48,000 Btu/h= 4,800 W/h.

$$P_t = \frac{4,800W/h * 5}{1000} = 24kW/h$$

Horas de uso al día: 12 horas/día.

Nota: De las 12 horas en uso de la unidad de climatización el motor del compresor pasa un tiempo total de 8 horas en funcionamiento, ya que el compresor se activa cíclicamente según la carga térmica a remover del local al ambiente. Esto aplica para todas las unidades de climatización del edificio.

⁶ Para determinar la potencia real de la tabla 6.1 utilice la siguiente ecuación.

$$P = \frac{V_{promedio} * I_{total}}{1000}$$

Utilizando la ecuación 2, obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = 24kW/h * \frac{8h}{dia} = 192 kW/dia$$

Utilizando la ecuación 3, obtenemos la potencia total consumida al mes en kW/mes.

$$P_{mes} = \frac{192 kW}{dia} * \frac{24dias}{1mes} = 4,608 kW/mes$$

Utilizando la ecuación 4, obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 192 \frac{kW}{dia} * \frac{24 dias}{1 mes} * \frac{12 meses}{1año} = 55,296 kW/año$$

- *Calculo para las unidades Split de 48,000 Btu/h.*

Utilizando la ecuación 1 obtenemos el total de potencia consumida en kW por las unidades Split de 48,000 Btu/h.

Total de unidades Split 48,000 Btu/h = 1

Potencia activa de las unidades Split de 48,000 Btu/h= 4,800 W/h.

$$P_t = \frac{4,800W/h * 1}{1,000} = 4.8kW/hr$$

Horas de uso al día: 12 horas/día.

Utilizando la ecuación 2 obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = \frac{4.8kW}{h} * \frac{8 h}{dia} = 38.4 kW / dia$$

Utilizando la ecuación 3 obtenemos la potencia total consumida al mes en kW/mes.

$$P_{mes} = \frac{38.4 kW}{dia} * \frac{24 dias}{1 mes} = 921.6 kW / mes$$

Utilizando la ecuación 4 obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 38.4 \frac{kW}{dia} * \frac{24 dias}{1 mes} * \frac{12 meses}{1 año} = 11,059 kW / año$$

- *Calculo para las unidades Split de 60,000 Btu/h.*

Utilizando la ecuación 1 obtenemos el total de potencia consumida en kW por las unidades Split de 60000 Btu/h.

Total de unidades Split 60,000 Btu/h = 13

Potencia activa de las unidades Split de 60,000 Btu/h= 5,800 W/h.

$$P_t = \frac{5,800W/h * 13}{1,000} = 75.4kW/h$$

Horas de uso al día: 12 horas/día.

Utilizando la ecuación 2 obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = 75.4kW/h * \frac{8 h}{dia} = 603.2 kW / dia$$

Utilizando la ecuación 3 obtenemos la potencia total consumida al mes en kWatt/mes.

$$P_{mes} = \frac{603.2 \text{ kW}}{\text{dia}} * \frac{24 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} = 14,476.8 \text{ kW/mes}$$

Utilizando la ecuación 4 obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 603.2 \frac{\text{kW}}{\text{dia}} * \frac{24 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 173,721.6 \text{ kW/año}$$

- *Calculo de consumo de las personal computer (PC).*

Utilizando la ecuación 1 obtenemos el total de potencia consumida en kW/h por las Personal Computer (PC) que están asignadas al personal administrativo de la biblioteca y a los laboratorios de computación,

Total de Personal Computer (PC)= 28

Potencia activa de Personal Computer (PC)= 144 W/h.

$$P_t = \frac{144W * 28}{1,000} = 4.03 \text{ kW/h}$$

Horas de uso al día: 8 horas/día.

Utilizando la ecuación 2 obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = 4.03 \text{ kW/h} * \frac{8 \text{ h}}{\text{dia}} = 32.24 \text{ kW/dia}$$

Utilizando la ecuación 3 obtenemos la potencia total consumida al mes en kW/mes.

$$P_{mes} = \frac{32.24 \text{ kW}}{\text{dia}} * \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} = 645.12 \text{ kW/mes}$$

Utilizando la ecuación 4 obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 32.25 \frac{\text{kW}}{\text{dia}} * \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 7,741.44 \text{ kW/año}$$

- Determinación del consumo total del edificio.

Consumo total en kW/h.

$$P_T = P_{iluminacion} + P_{climatizacion} + P_{computadoras} + P_{otros} \quad \text{Ecuación 5}$$

Utilizando la ecuación 5 determinamos el consumo en kW/h del edificio.

$$P_T = 21.47 \text{ kW/h} + 90.9 \text{ kW/h} + 4.032 \text{ kW/h} + 1.3 \text{ kW/h} = 117.70 \text{ kW}.$$

Los valores de la **P_{otros}** considera el consumo de aparatos tales como cafeteras, microondas, computadoras portátiles, etc., los cuales no siempre están conectados a la red eléctrica.

El Banco transformador que alimenta es de 3x75 kVA, el cual da un total de 225 kVA.

Refiriéndonos a los datos en la tabla 9 los 225 kVA equivalen a 180 kW .Con respecto a la potencia consumida por el edificio y la proporcionada por el banco de transformadores mediante la siguiente tabla se puede determinar el estado actual del banco de transformadores.

Determinación del % de sobre dimensión del banco de transformadores:

$$\% \text{ Sobre dimension} = (100\%) - \left(\frac{P_{T. consumida} * 100\%}{P_{T. del banco}} \right)$$

$$\% \text{ Sobre dimension} = (100\%) - \left(\frac{117.70 \text{ kW} * 100\%}{180 \text{ kW}} \right) = 34\%$$

La potencia de diseño del banco de transformadores instalado es 225 KVA y la potencia actual demandada por el edificio es de 147.12 kVA (tabla 9), lo cual indica que el banco transformador esta sobre dimensionado un 34%.

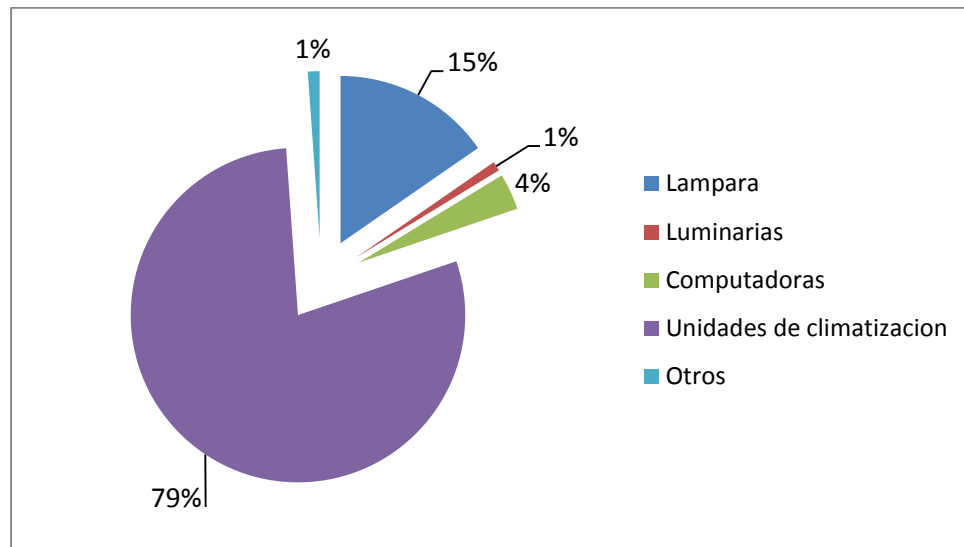
TABLA 9: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre carga del banco de transformador (%)
225	0.8	180.00	117.70	0.8	147.12	34

Esta tabla nos indica que la potencia del banco transformador no está siendo aprovechada al máximo y que se le pueden añadir a él nuevos consumidores, Siempre y cuando se respeten los márgenes de tolerancia de diseño que están entre el 5%-10% de tolerancia de carga. La potencia máxima de estimada estaría en un en un promedio de 190 a 200 kW.

El grafico 1, nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 1: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #6.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representan las unidades de climatización, las cuales representan el 79% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 15% del consumo.

2.2. RESULTADOS DEL ESTADO DE LOS BANCOS DE TRANSFORMADORES DE LA UNI-RUPAP.

Esta memoria de cálculo se usara para determinar el estado de los bancos de transformadores números 1,2,3,4,5,7,8,9, para facilitar la elaboración de los cálculos se programó la memoria de cálculo en una hoja de Excel, lo cual se presenta la tabla de resultados desde el anexo B1 hasta el anexo B9.

De acuerdo con los resultados obtenidos por las tablas se determinó el siguiente estado de los bancos de transformadores:

2.2.1. Banco de transformador #1 de 50 KVA monofásico.

Mediante la recopilación de datos obtenido de mediciones y levantamiento de inventario de todos los consumidores que están siendo alimentados por el Banco de transformador # 1 (ver imagen 2.), y realizando los cálculos por medio de una hoja de Excel se determinó que el Banco de transformador se encuentra sobre cargado un 29.02 % (Tabla 10).



Imagen 2. Banco de transformador #1

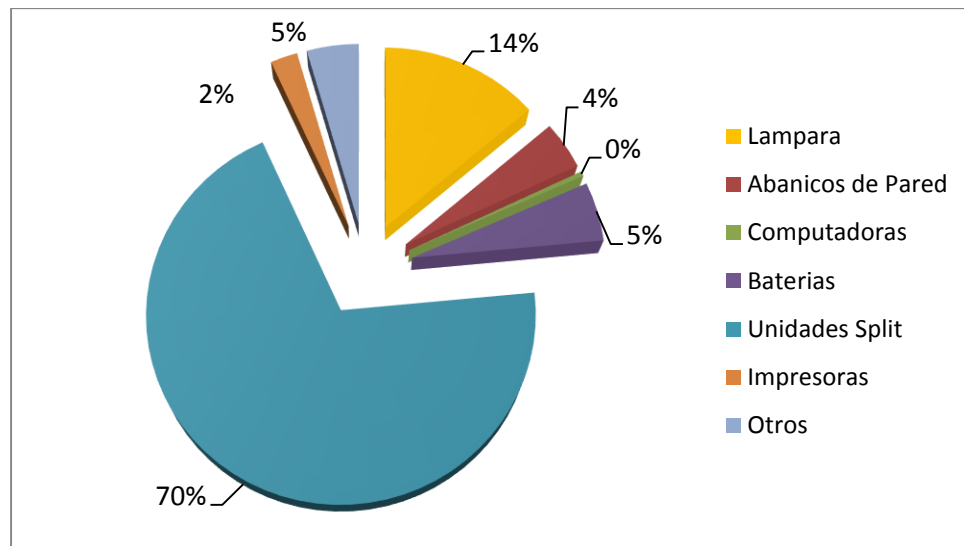
TABLA 10: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre carga del banco de transformador (%)
50	0.8	40.00	56.35	0.8	70.44	29.02

La tabla 10 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobrecarga que se encuentra el banco de transformador.

El grafico 2, nos indicara la distribución de los consumidores alimentados por el Banco transformador.

GRAFICO 2: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #1.



El grafico 2 nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización Split, las cuales representan el 70% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 14% del consumo.

2.2.2. Banco de transformador #2 de 225 KVA trifásico.

Mediante la recopilación de datos obtenido de mediciones y levantamiento de inventario de todos los consumidores que están siendo alimentados por el Banco de transformador # 2(ver imagen 3), y realizando los cálculos por medio de una hoja de Excel se determinó que el Banco de transformador se encuentra sobrecargado un 14.75 % (Tabla 11)



Imagen 3. Banco de transformador #2

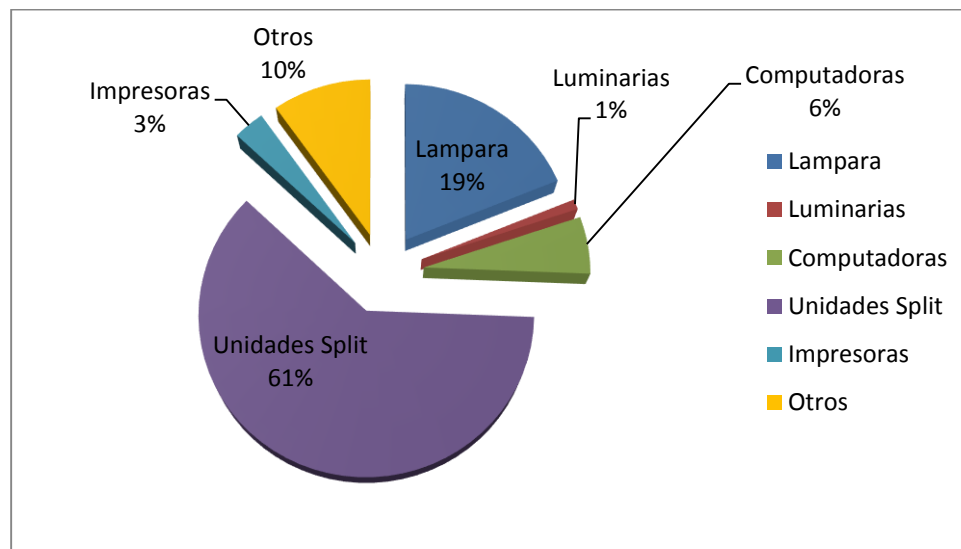
TABLA 11: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre carga del banco de transformador (%)
225	0.8	180.00	211.15	0.8	263.94	14.75

La tabla 11 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobrecarga que se encuentra el banco de transformador.

El grafico 3 nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 3: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #2.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización Split, las cuales representan el 62% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 14% del consumo.

2.2.3. Banco de transformador # 3 de 500 KVA trifásico.

Mediante la recopilación de datos obtenido de mediciones y levantamiento de inventario de todos los consumidores que están siendo alimentados por el Banco de transformador # 3(ver imagen 4), y realizando los cálculos por medio de una hoja de Excel se determinó que el Banco de transformador se encuentra sobre dimensionado un 22% (Tabla 12).



Imagen 4. Banco de transformador #3

TABLA 12: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

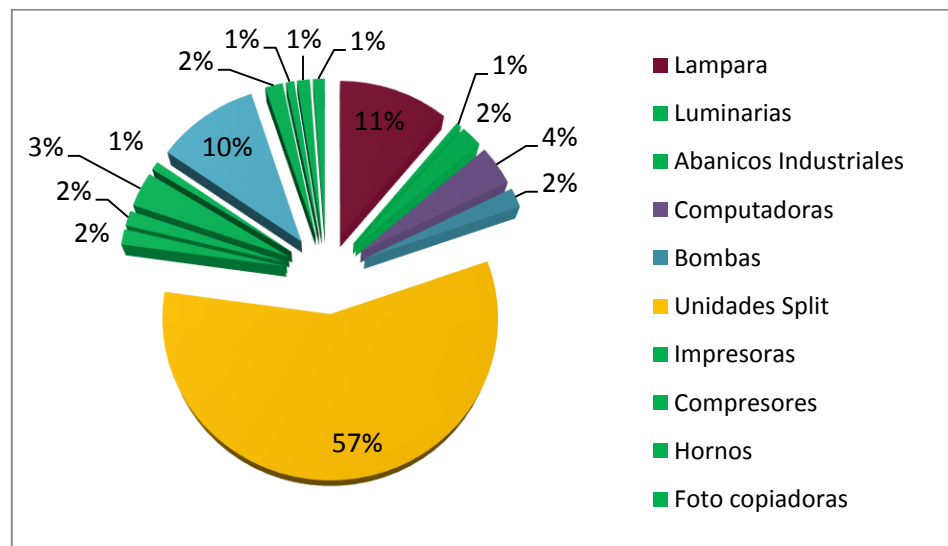
Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre dimensión del de banco transformador (%)
500	0.8	400.00	311.04	0.8	388.80	22.24

La tabla 12 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre dimensionamiento que se encuentra el banco de transformador.

La potencia del banco de transformador no está siendo aprovechada al máximo y se le pueden añadir a él nuevos consumidores, siempre y cuando se respeten los márgenes de tolerancia de diseño que están entre el 5%-10% de tolerancia de carga.

El grafico 4 nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 4: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #3.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización Split, las cuales representan el 57% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 21% del consumo.

Este banco de transformador se encuentra sobre dimensionado el cual tiene la capacidad de añadirle más consumidores.

2.2.4.Banco de transformador # 4 de 175 KVA monofásico.

Mediante la recopilación de datos obtenido de mediciones y levantamiento de inventario de todos los consumidores que están siendo alimentados por el Banco de transformador # 4(ver imagen 5), y realizando los cálculos por medio de una hoja de Excel se determinó que el Banco transformador se encuentra sobre dimensionado un 46.34 % (Tabla 13).



Imagen 5. Banco de transformador #4

Este banco de transformador se encuentra constituido de tres transformadores los cuales poseen las siguientes capacidades, un transformador de 25 kVA y dos transformadores de 75 kVA, los cuales suman una potencia total de 175 kVA.

TABLA 13: POTENCIA DEL BANCO TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

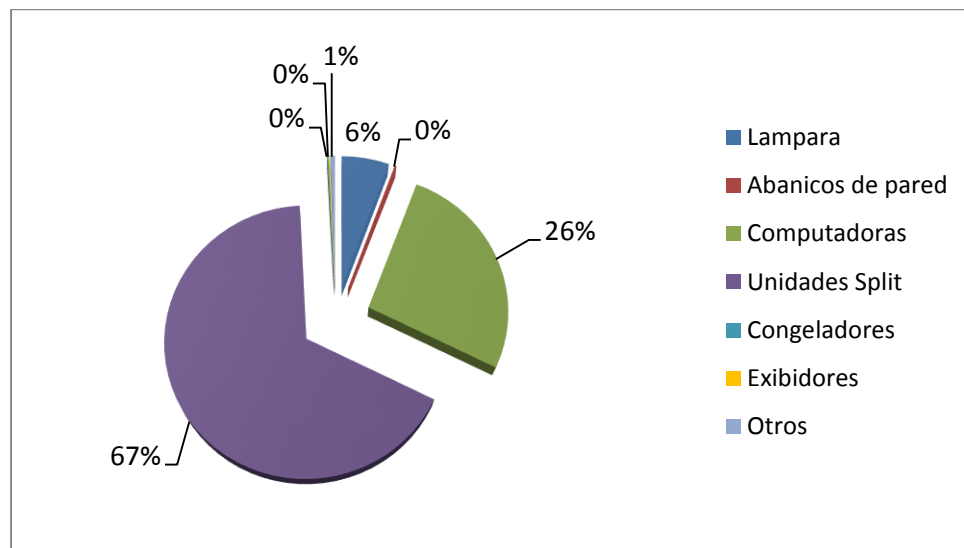
Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre dimensión del banco de transformador (%)
175	0.8	140.00	75.12	0.8	93.90	46.34

La tabla 13 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre dimensionamiento (46.34%) que se encuentra el banco transformador.

La potencia del banco transformador no está siendo aprovechada al máximo y se le pueden añadir a él nuevos consumidores, siempre y cuando se respeten los márgenes de tolerancia de diseño que están entre el 5%-10% de tolerancia de carga.

El grafico 5 nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 5: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #4.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización Split, las cuales representan el 67% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del consumo por las computadoras que representan el 26% del consumo de potencia eléctrica.

Este banco de transformador se encuentra sobre dimensionado el cual tiene la capacidad de añadirle más consumidores.

2.2.5. Banco de transformador # 5 de 3x100 KVA monofásico.

Mediante la recopilación de datos obtenido de mediciones y levantamiento de inventario de todos los consumidores que están siendo alimentados por el Banco de transformador # 5 (ver imagen 6), y realizando los cálculos por medio de una hoja de Excel se determinó que el Banco de transformador se encuentra sobre dimensionado un 46 % (Tabla 14).



Imagen 6. Banco de transformador #5

Este banco de transformador se encuentra constituido de tres transformadores los cuales poseen las siguientes capacidades, tres transformadores de 100 kVA, lo cual suma una potencia total de 300 kVA.

TABLA 14: POTENCIA DEL BANCO TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

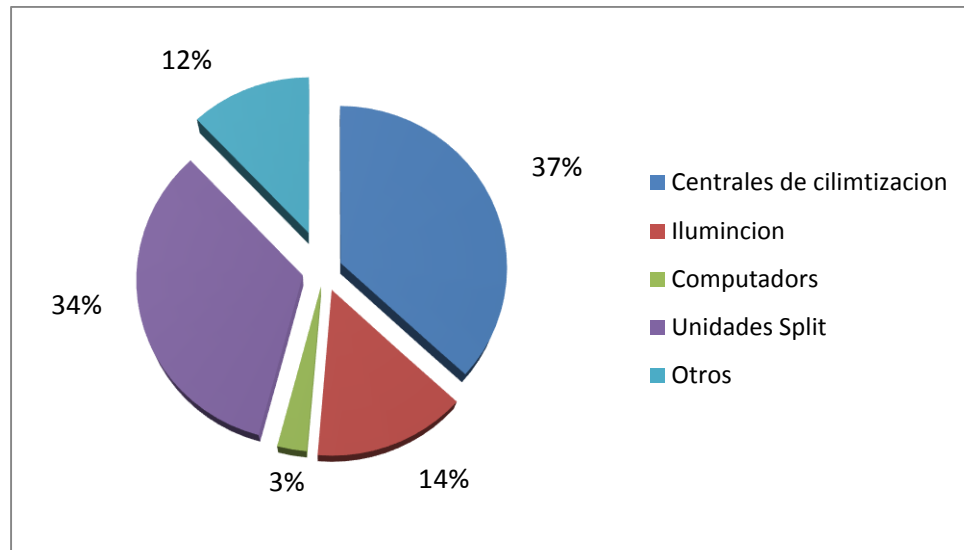
Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre dimensión del banco de transformador (%)
300	0.8	240.00	129.63	0.8	162.04	45.99

La tabla 14 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre dimensionamiento (46 %) que se encuentra el banco de transformador.

Esto nos indica que la potencia del banco de transformador no está siendo aprovechada al máximo y que se le pueden añadir a él nuevos consumidores, siempre y cuando se respeten los márgenes de tolerancia de diseño que están entre el 5%-10% de tolerancia de carga.

El grafico 6 nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 6: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #5.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las centrales de climatización con un 37% de consumo, seguida de las unidades Split con un 34% de consumo.

Este banco de transformador se encuentra sobre dimensionado el cual tiene la capacidad de añadirle más consumidores.

2.2.6. Banco de transformador # 7 de 37.5 KVA monofásico

De acuerdo a los datos suministrado de la tabla 15 del resultado obtenido por la hoja de Excel, el banco de transformador #7(ver imagen 7) del edificio Marlon Zelaya se encuentra sobrecargado un 24.5% de su capacidad de diseño.



Imagen 7. Banco de transformador #7

La potencia de diseño del banco de transformador instalado es de 35.7 kVA y la potencia actual demandada por el edificio es de 47.27 kVA (tabla 15), lo cual indica que el banco de transformador tiene un 24.5% de sobre carga.

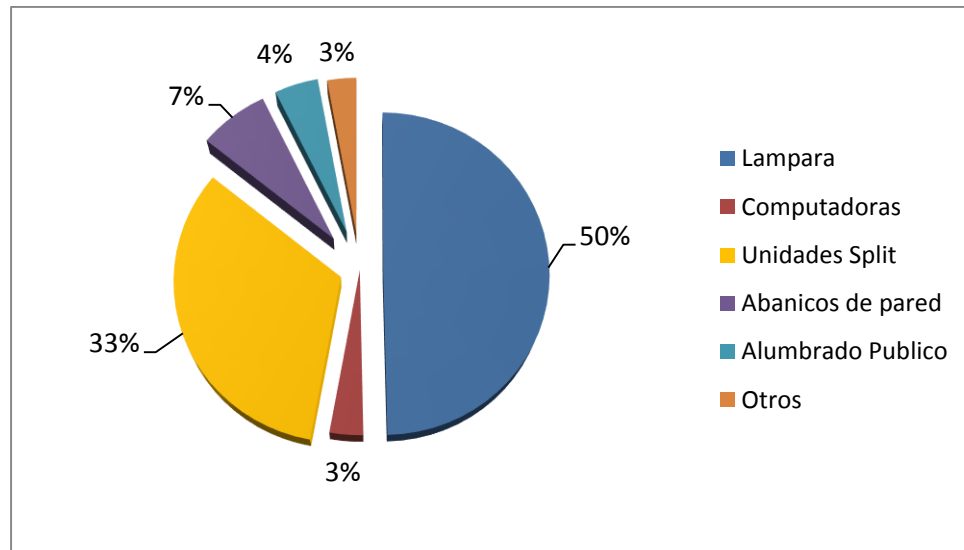
TABLA 15: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre carga del banco de transformador (%)
35.7	0.8	28.56	37.82	0.8	47.27	24.5

La tabla 15 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, esto indica el porcentaje de sobre carga (24.5%) que se encuentra el banco de transformador.

El grafico 7 nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 7: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #7.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de iluminación, las cuales representan el 50% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de climatización que representa el 33% del consumo.

2.2.7. Banco de transformador # 8 de 3x25 KVA trifásico

De acuerdo a los datos suministrado de la tabla 16 del resultado obtenido por la hoja de Excel, el Banco de transformador #8(ver imagen 8) que está ubicado detrás de la bloquera se encuentra sobre dimensionado un 66% de su capacidad de diseño.



Imagen 8. Banco de transformador #8

La potencia de diseño del banco de transformador instalado es de 25 kVA, la cual consta de 3 baterías de 25 KVA que hace un total de 75 KVA y la potencia actual demandada por el edificio es de 25.75 kVA (tabla 16), lo cual indica que el banco transformador tiene un 66% de sobre dimensión al banco transformador

TABLA 16: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

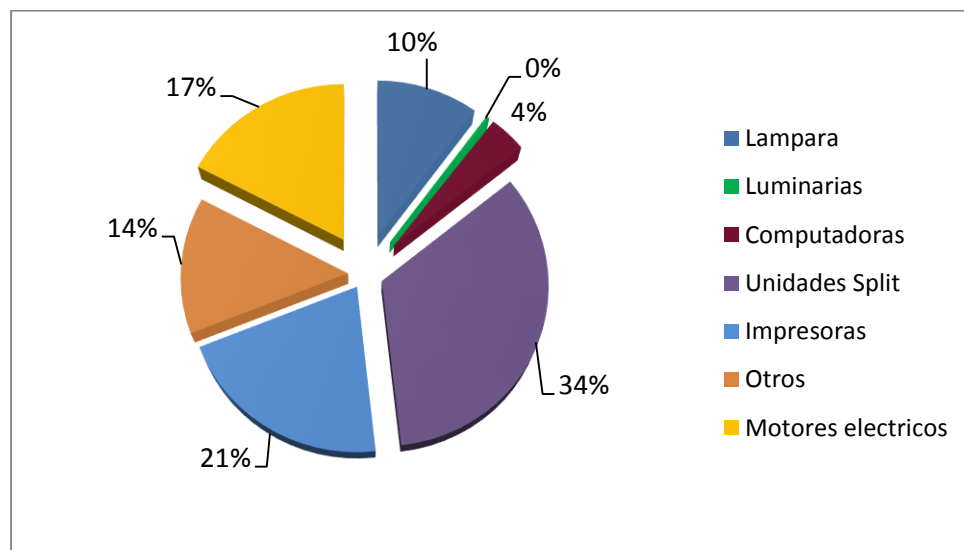
Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre dimensión del banco de transformador (%)
75	0.8	60.00	20.60	0.8	25.75	66

La tabla 16 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre dimensión (66%) que se encuentra el banco de transformador.

Esta potencia no está siendo aprovechada al máximo y se le pueden añadir a él nuevos consumidores, siempre y cuando se respeten los márgenes de tolerancia de diseño que están entre el 5%-10% de tolerancia de carga.

El grafico 8 nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 8: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #8.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización, las cuales representan el 34% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 21% del consumo.

2.2.8. Banco de transformador # 9 de 3x75 KVA trifásico

De acuerdo a los datos suministrado de la tabla 17 del resultado obtenido por la hoja de Excel, el Banco de transformador #9 (ver imagen 9) que se encuentra ubicado por los laboratorios de biomasa se encuentra sobre dimensionado un 8% de su capacidad de diseño.



Imagen 9. Banco de transformador #9

La potencia de diseño del banco de transformador instalada es de 225 kVA, la cual consta de 3 transformadores de 75 kVA que hace un total de 225 kVA y la potencia actual demandada por el edificio es de 207 kVA (tabla 17), lo cual indica que el banco de transformador tiene un 8% de sobre dimensión al banco de transformador, sin embargo con este porcentaje de sobre dimensión nos indica que el banco de transformador está operando en la actualidad dentro de su rango de diseño y tolerancia del 5 al 10%.

TABLA 17: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

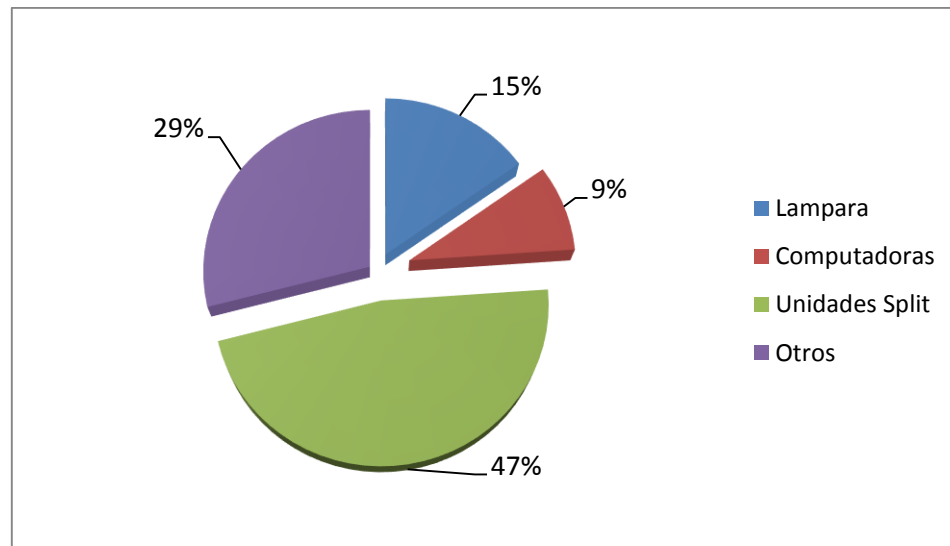
Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre dimensión del banco de transformador (%)
225	0.8	180.00	165.83	0.8	207	8

La tabla 17 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre dimensión (8 %) que se encuentra el banco de transformador.

Este dato nos indica que el banco de transformador está operando dentro de sus capacidades de diseño.

El grafico 9 nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

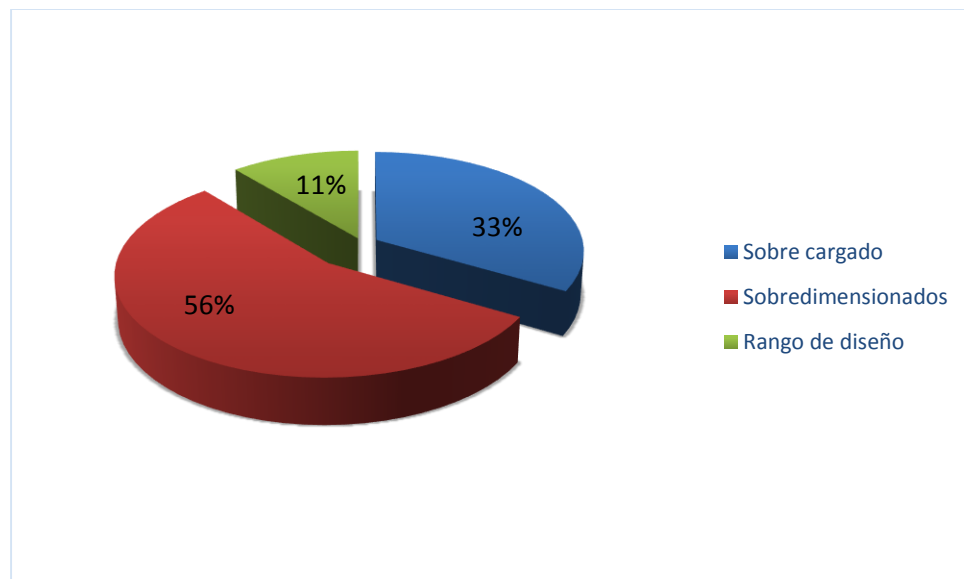
GRAFICO 9: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #9.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización, las cuales representan el 47% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 29% del consumo.

El grafico 10 muestra el estado en la actualidad de los bancos de transformadores.

GRAFICO 10: OPERACIÓN DE LOS BANCOS DE TRANSFORMADORES.



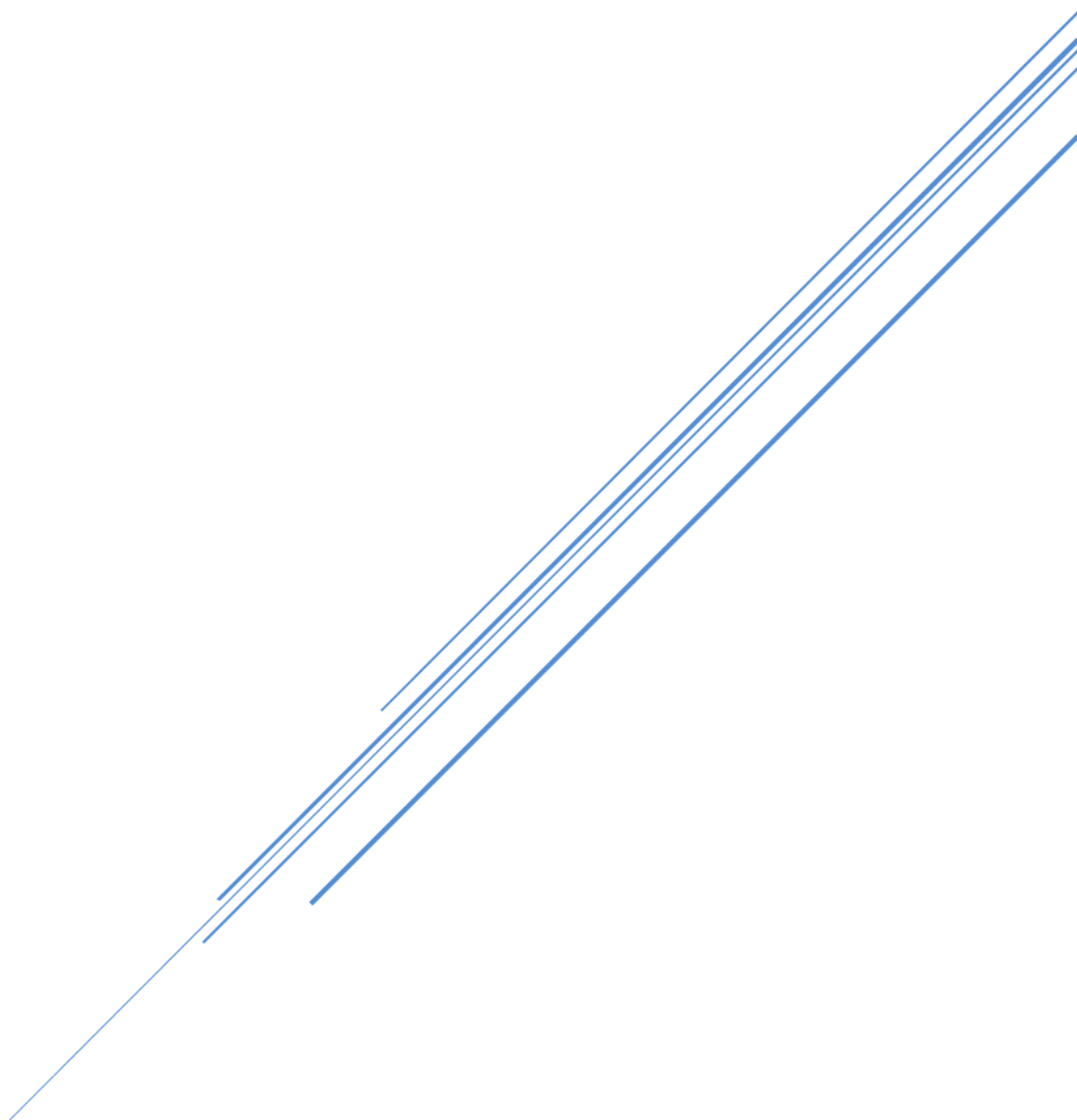
El grafico 10 nos indica que el 56% de los bancos de transformadores se encuentran en la actualidad operando por debajo su rango de diseño, por lo cual sus potencias de diseño no están siendo aprovechadas al máximo.

También nos indica que el 33% de los bancos de transformadores se encuentran operando en la actualidad con sobrecarga con respecto al rango de diseño, lo cual son de prioridad puesto que tarde o temprano pueden colapsar por sobrecarga y provocar daños considerables en la red de distribución eléctrica, así como a los consumidores, otro punto de vista es que puede poner en extremo riesgo a todo el personal del recinto puesto que hay una gran

probabilidad que se creen conatos de incendios poniendo en riesgo a la seguridad de los estudiantes y del personal laboral.

Así como también nos muestra que solo el 11% de los bancos de transformadores están dentro del rango de diseño establecido.

ANALISIS Y RESULTADOS DE LOS DATOS



UNI-RUSB

III. ANALISIS Y RESULTADOS DE LOS DATOS (UNI-RUSB).

El Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) consta de diez bancos de transformadores, los cuales proporcionan la potencia eléctrica necesaria para cumplir con la demanda de carga de todos los consumidores instalados en el recinto, cada banco de transformador posee distintas potencias aparentes de diseño (S)

Los bancos de transformadores están distribuidos en distintas áreas del recinto, las cuales describiremos a continuación.

1- Banco de transformadores #1 de 3X100 KVA trifásico.

Ubicación: Contiguo al DBE.

- Distribución

1.1- Oficina SVU (Servicio de Voluntariado Académico)

1.2- Edificio H.

1.3- Comedor.

1.4- Piscina.

1.5- Dirección de Bienestar Estudiantil (DBE).

1.6- Centro de Producción Más Limpia (CPML).

1.7- Bodega.

2- Banco de transformador #2 de 3X100 KVA trifásico.

Ubicación: Entrada principal del recinto.

- Distribución.

2.1- Oficinas de Contabilidad.

- 2.2- Dirección de finanzas.
- 2.3- Edificio H.
- 2.4- Edificio de Arquitectura.

3- Banco de transformador # 3 de 3X75 KVA trifásico.

Ubicación: Frente a oficinas de administración.

- Distribución
- 3.1- Ccpe (FEC)
- 3.2- Edificio H
- 3.3- Administración

4- Banco de transformador # 4 de 3X50 KVA monofásico.

Ubicación: Contiguo al edificio de registro central

- Distribución
- 4.1- FODMU.
- 4.2- UNI-PAUS LIBRERÍA
- 4.3- Edificio registro central

5- Banco de transformador # 5 de 3X50 KVA monofásico.

Ubicación:

- Distribución
- 5.1- Pabellón # 5
- 5.2- Pabellón # 6
- 5.3- Pabellón # 7

6- Banco de transformador # 6 de 2X37.5 KVA monofásico.

Ubicación:

- Distribución

6.1- Pabellón # 11

7- Banco de transformador # 7 de 1X75 KVA monofásico.

Ubicación:

- Distribución

7.2- Pabellón de dos plantas

7.3- UNEN

7.4- Deportes, DBE, Acción social.

8- Banco de transformador # 8 de 1X25 KVA monofásico.

Ubicación: Detrás del comedor del Interno.

- Distribución

8.1- Comedor del interno

8.2- Proyecto uni/bid.

8.3- Fuentes renovables

8.4- Oficinas inspire

8.5- Internado.

9- Banco de transformador # 9 de 3X75 KVA trifásico.

Ubicación: Frente a la Biblioteca.

- Distribución

9.1- Edificio de la biblioteca.

10-Banco de transformador # 10 de 3X50 KVA trifásico.

Ubicación: Detrás del edificio de Posgrado.

- Distribución.

10.1- Edificio de maestrías.

El Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) cuenta con el suministro de energía eléctrica de TSK-Melfosur, posee diez bancos de transformadores que a su vez está conectado a cada edificio correspondiente.

El banco de transformador es el equipo que transforma el voltaje del sistema de distribución primario a voltaje del sistema de distribución secundario⁷

La siguiente tabla muestra los detalles de los transformadores:

TABLA 18: INFORMACIÓN BÁSICA DE LOS TRANSFORMADORES

Equipo	Numero de Banco de Transformador	Tarifa	Capacidad (kVA)	Capacidad total (kVA)	Capacidad (kW) ⁸
Transformador	1	T2E Gener al Mayor	3 X 100	300	240
	2		3 X 100	300	240
	3		3 X 75	225	180
	4		3 X 50	150	120
	5		3 X 50	150	120
	6		2 X 37.5	75	60
	7		1 X 75	75	60
	8		1 X 25	25	20
	9		3 X 75	225	180
	10		3 X 50	150	120
	Total			1,675	1,340

El Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) posee 10 bancos de transformadores, cada banco de transformador suministra potencia y energía eléctrica a cada edificio.

⁷Normativa de Servicio Eléctrico 006-2000, Consejo de Dirección del Instituto Nicaragüense de Energía.

⁸Fuente: Compensación de potencia reactiva INELAP, S.A. de C.V. Factor de conversión de KVA a kW multiplicar por 0.8

La sumatoria total de la capacidad instalada es una potencia total de 1,675 kVA. La tarifa eléctrica del Recinto Universitario Simón Bolívar (RUSB) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) es T2E MT- General Mayor Binomial C M.

3.1. Cálculos para la carga de consumo del banco transformador #8 de 1x25 kVA.



Imagen 10. Banco de transformador #8

Procedemos a calcular la carga eléctrica del banco de transformador # 8 de 1x25 kVA monofásico que abastece a los siguientes lugares: Comedor del interno, Proyecto UNI. /BID, Fuentes Renovables, Oficinas Inspire, Internado. Estos lugares poseen diferentes equipos eléctricos los cuales aportan distintos niveles de consumo al banco de transformadores que los abastece.

Para determinar el consumo actual de carga del banco de transformador al cual está sometido, se contabilizara cada equipo eléctrico con su potencia activa correspondiente, estos datos se obtendrán por medio de mediciones e inventarios.

Las horas de uso de los equipos se determinaron mediante las entrevistas al personal administrativo que labora en el recinto, y por medio de inspección visual,

Algunas de las capacidades de potencia (P, kW) de los consumidores se obtuvieron de tablas de especificaciones generales (ver anexo número A1).

Estos lugares constan con un sistema eléctrico monofásico distribuido, este banco de transformador posee un centro de carga con un Main principal de 600 Amperios, un Main de 225 Amperios, un Main de 100 Amperios. Del panel central salen dos líneas, las cuales mediante las mediciones tomadas con el amperímetro de tenaza se obtuvieron los siguientes datos: línea 1, 50 Amperios; línea 2, 61 Amperios.

Para determinar el consumo que generan los equipos eléctricos de estos lugares, se procedió a calcular.

3.1.1. SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTERNO.

Con el levantamiento de la información de los lugares abastecidos por el banco de transformadores se encontraron lámparas tubo fluorescente lineal (TFL) de 40 W T12 con un total de 69 lámparas en todos los lugares, estas lámparas poseen un balastro electromagnético que representa un aumento del 15 % del consumo, las cuales presentan las siguientes especificaciones:

TABLA 19: TIPO DE TECNOLOGÍA T12/D.

	Diámetro (in)	Potencia (watt)	Flujo luminoso (lúmenes)	Eficiencia (Lm/W)
F 40T12/D	1.5	40	2,000	50

La potencia activa (kW/h) consumida por las lámparas fluorescentes será estimada por medio de los siguientes cálculos:

Total de lámparas fluorescentes= 69 TFL

Potencia activa (P) de lámparas de doble tubo fluorescente de 40 W/h: 80 W/h

- Potencia total en kW/h.

Utilizando la ecuación 1 obtenemos el total de potencia consumida en kW/h.

$$P_t = \frac{80 \text{ W/h} * 69}{1000} = 5.52 \text{ kW/h}$$

Considerando el consumo del 15% de los balastros:

$$P_t = 5.52 \frac{\text{kW}}{\text{h}} + \left(5.52 \frac{\text{kW}}{\text{h}} * 0.15 \right) = 6.35 \text{ kW/h}$$

- Potencia total al día.

Horas de uso al día: 8 horas/día.

Utilizando la ecuación 2 obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = 6.35 \text{ kW} * \frac{8\text{h}}{\text{dia}} = 50.8 \text{ kW/dia}$$

- Potencia total al mes.

Utilizando la ecuación 3 la potencia total consumida al mes en kW/mes.

$$P_{mes} = \frac{50.8 \text{ kW}}{\text{dia}} * \frac{20\text{dias}}{1\text{mes}} = 1,016 \text{ kW/mes}$$

- Potencia total al año.

Utilizando la ecuación 4 obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 50.8 \frac{kW}{dia} * \frac{20 dias}{1 mes} * \frac{12 meses}{1 año} = 12,192 kW/año$$

El sistema de iluminación que abastece este banco de transformador tiene un consumo de 6.35 kW/h, lo cual representa al año un aproximado de 12,192 kW/año de consumo energético proveniente del sistema de iluminación que actualmente posee el banco de transformador.

3.1.2. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN.

Los lugares que son abastecidos por el banco de transformadores cuentan con un sistema de climatización constituido por unidades Split que oscilan entre los rangos de 18,000 Btu a 60,000 Btu. Las temperaturas de enfriamientos siguen de acuerdo a las especificaciones con valores que oscilan entre 16°C a 22°C con humedad relativa promedio de 63%. Las unidades utilizan refrigerante R -22⁹.

⁹La última enmienda del protocolo de Montreal acordada hace dos años, prevé el fin del consumo de HCFCs de nueva producción para el 2,015 en los países desarrollados, y la eliminación en todo el mundo de la producción para 2,040. Y como dato importante está que: un átomo de cloro es capaz de destruir hasta 100.000 moléculas de ozono.

TABLA 20: CAPACIDAD TÉRMICA Y CONSUMO ELÉCTRICO POR EQUIPOS.

Tipo de AA	Capacidad térmica (Btu/hr)	Demanda eléctrica (kW¹⁰)	Potencia nominal (KW¹¹)	Cantidad	Demanda eléctrica total (kW)
Split	18,000	2.1	5.27	1	2.1
Split	24000	2.83	7.05	1	2.83
Split	48,000	4.1	14.06	1	20.5
Split	60,000	5.1	17.6	1	5.1

Estos lugares cuentan con un tipo de modelo de aires acondicionado (Split), este tipo de aire tiene diferentes capacidades de enfriamientos y consumo eléctrico a como se muestra en la tabla número 20, la función de las unidades de climatización dentro de estos lugares es de climatizar las instalaciones para reducir el estrés térmico en cada persona que hacen uso del servicio del edificio.

¹⁰ Los datos de consumo eléctrico se obtuvieron de tablas de especificaciones, tabla homologa de consumo energético (Anexo A1)

¹¹ Factor de conversión 1Btu/hr = 0.0002930 kW

TABLA 20.1: MEDICIONES PUNTUALES.

Capacidad térmica (Btu/hr)	Voltaje promedio (V)	Corriente total (A)	Potencia Real. (kW ¹²)
18,000	118	18	2.1
24,000	118	27	3.2
48,000	119	40	4.8
60,000	117.6	50	5.8

La potencia activa (kW) consumida por los equipos de climatización será estimada por medio de los siguientes cálculos:

Los datos para calcular la potencia consumida se obtuvieron de la tabla 6.1.

- *Calculo para las unidades Split de 18,000 Btu/h*

Utilizando la ecuación 1 obtenemos el total de potencia consumida en kW/h por las unidades Split de 18,000 Btu/h.

Total de unidades Split 18,000 Btu/h = 1

Potencia activa de las unidades Split de 18,000 Btu/h= 2,100 W/h

$$P_t = \frac{2,100W * 1}{1,000} = 2.1kW/h$$

¹² Para determinar la potencia real de la tabla 6.1 utilice la siguiente ecuación.

$$P = \frac{V_{promedio} * I_{total}}{1000}$$

Horas de uso al día: 8 horas/día.

Nota: De las 8 horas en uso de la unidad de climatización el motor del compresor pasa un tiempo aproximado de 6 horas en funcionamiento ya que el compresor se activa cíclicamente según la carga térmica a remover del local a ambientar. Esto aplica para todas las unidades de climatización del sitio.

Utilizando la ecuación 2 obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = 2.1kW/h * \frac{6h}{dia} = 12.6 kW/dia$$

Utilizando la ecuación 3 obtenemos la potencia total consumida al mes en kW/mes.

$$P_{mes} = \frac{12.6 kW}{dia} * \frac{20dias}{1mes} = 252 kW/mes$$

Utilizando la ecuación 4 obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 12.6 \frac{kW}{dia} * \frac{20 dias}{1 mes} * \frac{12 meses}{1año} = 3,024 kW/año$$

- *Calculo para las unidades Split de 24,000 Btu/h.*

Utilizando la ecuación 1 obtenemos el total de potencia consumida en kW/h por las unidades Split de 24,000 Btu/h

Total de unidades Split 24,000 Btu/h= 1

Potencia activa de las unidades Split de 24,000 Btu/h= 2,830 W/h

$$P_t = \frac{2,830W * 1}{1,000} = 2.83kW/h$$

Horas de uso al día: 8 horas/día.

Utilizando la ecuación 2 obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = 2.83kW/h * \frac{6 h}{dia} = 16.98 kW/dia$$

Utilizando la ecuación 3 obtenemos la potencia total consumida al mes en kW/mes.

$$P_{mes} = \frac{16.98 kW}{dia} * \frac{20 dias}{1 mes} = 339.6 kW/mes$$

Utilizando la ecuación 4 obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 16.98 \frac{kW}{dia} * \frac{20 dias}{1 mes} * \frac{12 meses}{1 año} = 4,075.2 kW/año$$

- *Calculo para las unidades Split de 48,000 Btu/h.*

Utilizando la ecuación 1 obtenemos el total de potencia consumida en kW/h por las unidades Split de 48,000 Btu/h.

Total de unidades Split 48,000 Btu/h = 1

Potencia activa de las unidades Split de 48,000 Btu/h = 4,100 W/h.

$$P_t = \frac{4100 W/h * 1}{1,000} = 4.1kW/h$$

Horas de uso al día: 8 horas/día.

Utilizando la ecuación 2 obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = 4.1kW/h * \frac{6h}{dia} = 24.6 kW/dia$$

Utilizando la ecuación 3 obtenemos la potencia total consumida al mes en kW/mes.

$$P_{mes} = \frac{24.6kW}{dia} * \frac{20dias}{1mes} = 492 kW/mes$$

Utilizando la ecuación 4 obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 24.6 \frac{kW}{dia} * \frac{20 dias}{1 mes} * \frac{12 meses}{1año} = 5,904 kW/año$$

- *Calculo para las unidades Split de 60,000 Btu/h.*

Utilizando la ecuación 1 obtenemos el total de potencia consumida en kW/h por las unidades Split de 60,000 Btu/h.

Total de unidades Split 60,000 Btu/h = 1

Potencia activa de las unidades Split de 60,000 Btu/h = 5,100 W/h.

$$P_t = \frac{5,100W/h * 1}{1,000} = 5.1 kW/h$$

Horas de uso al día: 8 horas/día.

Utilizando la ecuación 2 obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = 5.1 \frac{kW}{h} * \frac{6h}{dia} = 30.6 kW/dia$$

Utilizando la ecuación 3 obtenemos la potencia total consumida al mes en kW/mes.

$$P_{mes} = \frac{30.6 \text{ kW}}{\text{dia}} * \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} = 612 \text{ kW/mes}$$

Utilizando la ecuación 4 obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 30.6 \frac{\text{kW}}{\text{dia}} * \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 7,344 \text{ kW/año}$$

- *Calculo de consumo de las Personal Computer (PC).*

Utilizando la ecuación 1 obtenemos el total de potencia consumida en kW/h por las Personal Computer (PC).

Total de Personal Computer (PC)= 18

Potencia activa de Personal Computer (PC)= 144 W/h.

$$P_t = \frac{144 \text{ W/h} * 18}{1,000} = 2.59 \text{ kW/h}$$

Horas de uso al día: 8 horas/día.

Utilizando la ecuación 2 obtenemos la potencia total consumida al día en kW/día.

$$P_{dia} = 2.59 \text{ kW/h} * \frac{8 \text{ h}}{\text{dia}} = 20.72 \text{ kW/dia}$$

Utilizando la ecuación 3 obtenemos la potencia total consumida al mes en kW/mes.

$$P_{mes} = \frac{20.72 \text{ kW}}{\text{dia}} * \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} = 414.4 \text{ kW/mes}$$

Utilizando la ecuación 4 obtenemos la potencia total consumida al año en kW/año.

$$P_{año} = 20.72 \frac{\text{kW}}{\text{dia}} * \frac{20 \text{ dias}}{1 \text{ mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 4,972.8 \text{ kW/año}$$

- Determinación del consumo total del banco.

Consumo total en kW/h.

$$P_T = P_{iluminacion} + P_{climatizacion} + P_{computadoras} + P_{otros} \quad \text{Ecuación 5}$$

Utilizando la ecuación 5 determinamos el consumo en kW/h del banco.

$$P_T = 6.35 \text{ kW/h} + 14.13 \text{ kW/h} + 2.59 \text{ kW/h} + 5.62 \text{ kW/h} = 28.69 \text{ kW/h}.$$

El Banco transformador que alimenta es de 1x25 kVA, el cual de un total de 25 kVA.

Refiriéndonos a los datos en la tabla 21 los 25 kVA equivalen a 20 kW con respecto a la potencia demandada por los consumidores y la proporcionada por el banco de transformadores mediante la siguiente tabla se puede determinar el estado actual del banco de transformadores.

Determinación del % de sobredimensión del banco de transformadores:

$$\% \text{ Sobredimension} = (100\%) - \left(\frac{P_{T. \text{ del banco}} * 100\%}{P_{T. \text{ consumida}}} \right)$$

$$\% \text{ Sobredimension} = (100\%) - \left(\frac{20 \text{ kW} * 100\%}{28.69 \text{ kW}} \right) = 30\%$$

TABLA 21: POTENCIA DEL BANCO TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

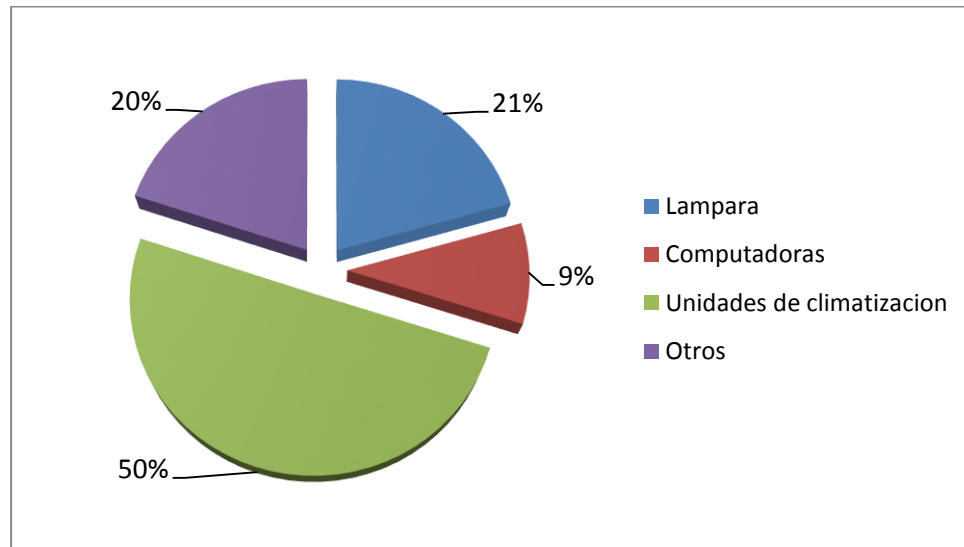
Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre carga del banco de transformador (%)
25	0.8	20.00	28.69	0.8	35.8	30

La potencia de diseño del banco de transformador instalado es 25 KVA y la potencia actual demandada por el edificio es de 35.8 kVA (tabla 21), lo cual indica que el banco de transformador está sobredimensionado un 30 %.

La potencia demandada por el banco de transformador está por encima de la potencia instalada y se requiere liberar carga o cambiar el banco por otro de mayor capacidad con respecto a la carga que estará sometido, siempre y cuando se respeten los márgenes de tolerancia de diseño que están entre el 5%-10% de tolerancia de carga.

El grafico 11, nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 11: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR #8.



Este gráfico nos indica que la mayor potencia consumida la representan las unidades de climatización, las cuales representan el 50 % de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 21% del consumo.

3.2. RESULTADOS DEL ESTADO DE LOS BANCOS DE TRANSFORMADORES DE LA UNI-RUSB.

Esta memoria de cálculo se usará para determinar el estado de los bancos de transformadores 1,2,3,4,5,6,7,9,10, para facilitar la elaboración de los cálculos se programó la memoria de cálculo en una hoja de Excel, lo cual se presenta la tabla de resultados desde el anexo D1 hasta el anexo D10.

De acuerdo con los resultados obtenidos por las tablas de los anexos se determinó el siguiente estado de los bancos de transformadores:

3.2.1. Banco de transformador #1 3x100kVA Trifásico.

Mediante la recopilación de datos obtenido de mediciones y levantamiento de inventario de todos los consumidores que están siendo alimentados por el Banco de transformador # 1(ver imagen 11), y realizando los cálculos por medio de una hoja de Excel se determinó que el Banco de transformador se encuentra sobre cargado un 4% (Tabla 22).



Imagen 11. Banco de transformador #1

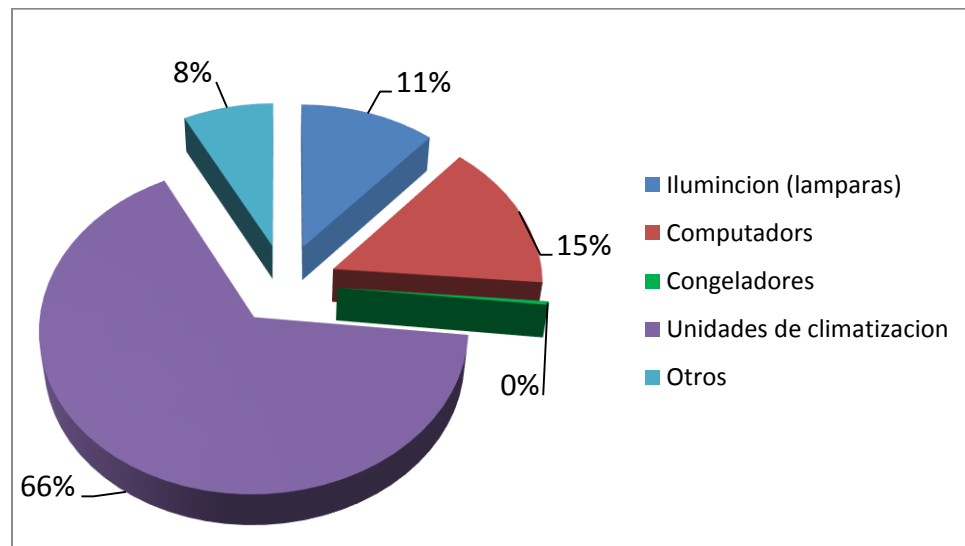
TABLA22: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre carga del banco de transformador (%)
300	0.8	240.00	250.6	0.8	313	4

La tabla 21 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, cabe señalar que aunque el banco de transformador presenta sobrecarga del 4% este está en su rango de diseños del 5-105%.

El siguiente grafico nos indicara la distribución de los consumidores alimentados por el Banco transformador.

GRAFICO 12: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRASFORMADOR #1.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización las cuales representan el 66% de la demanda de potencia eléctrica, seguida de las computadoras que representa el 15% del consumo.

3.2.2. Banco de transformador #2 de 225 kVA Trifásico.

Mediante la recopilación de datos obtenido de mediciones y levantamiento de inventario de todos los consumidores que están siendo alimentados por el Banco de transformador # 2(ver imagen 12), y realizando los cálculos por medio de una hoja de Excel se determinó que el Banco de transformador se encuentra sobre dimensionado un 8 % (Tabla 23).



Imagen 12. Banco de transformador #2

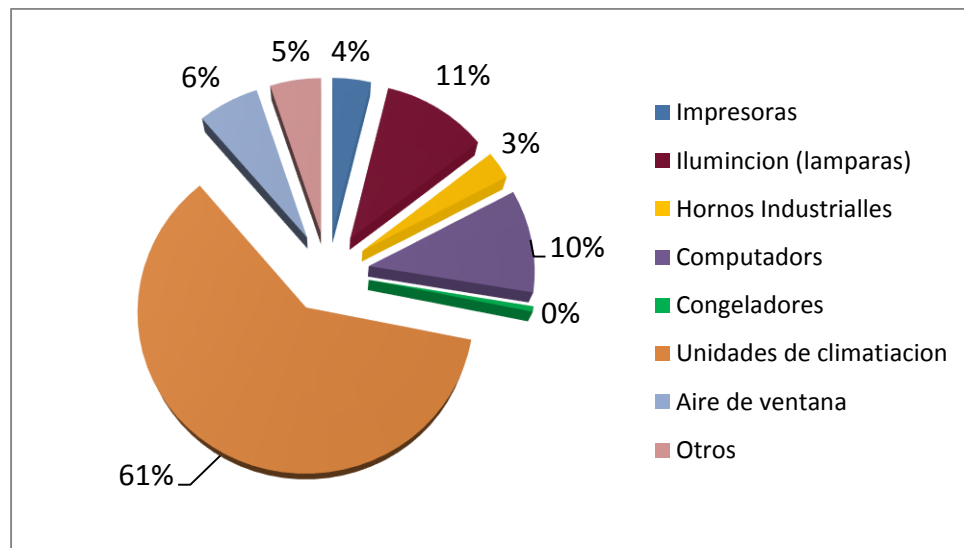
TABLA 23: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre diseño del banco de transformador (%)
300	0.8	240.00	220.84	0.8	276.05	8

La tabla 23 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobrecarga que se encuentra el banco de transformador, sin embargo este porcentaje de 8% nos indica que el banco de transformador está operando en la actualidad dentro de sus márgenes de diseño (5%-10%).

El siguiente grafico nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 13: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #2.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización las cuales representan el 61% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 11% del consumo.

3.2.3. Banco de transformador # 3 de 3X75 KVA.

Mediante la recopilación de datos obtenido de mediciones y levantamiento de inventario de todos los consumidores que están siendo alimentados por el Banco de transformador # 3(ver imagen 13), y realizando los cálculos por medio de una hoja de Excel se determinó que el Banco de transformador se encuentra sobre dimensionado un 25.5 % (Tabla 24).



Imagen 13. Banco de transformador #3

TABLA 24: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

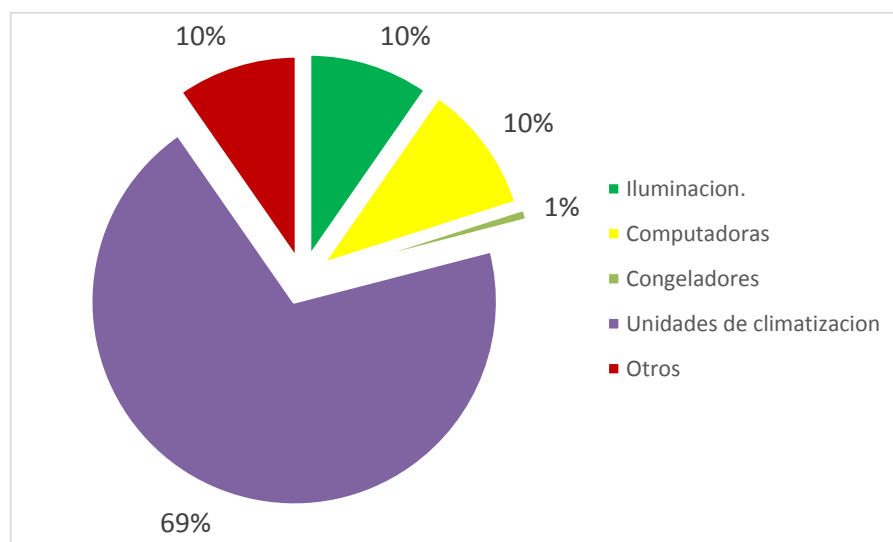
Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre diseño del banco de transformador (%)
225	0.8	180.00	134.00	0.8	167.50	25.5

La potencia del banco de transformador no está siendo aprovechada al máximo y que se le pueden añadir a él nuevos consumidores puesto que se encuentra libre de carga.

La tabla 24 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre dimensionamiento que se encuentra el banco transformador.

El siguiente grafico nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco transformador.

GRAFICO 14: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #3.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización Split, las cuales representan el 69% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 10% del consumo.

Este banco de transformador se encuentra sobre dimensionado el cual tiene la capacidad de añadirle más consumidores,

3.2.4. Banco de transformador # 4 de 225 kVA.

Mediante la recopilación de datos obtenido de mediciones y levantamiento de inventario de todos los consumidores que están siendo alimentados por el Banco de transformador # 4(ver imagen 14), y realizando los cálculos por medio de una hoja de Excel se determinó que el Banco de transformador se encuentra sobre dimensionado un 51 % (Tabla 25).



Imagen 14. Banco de transformador #4

Lo cual nos indica que la potencia del banco transformador no está siendo aprovechada al máximo y que se le pueden añadir a él nuevos consumidores.

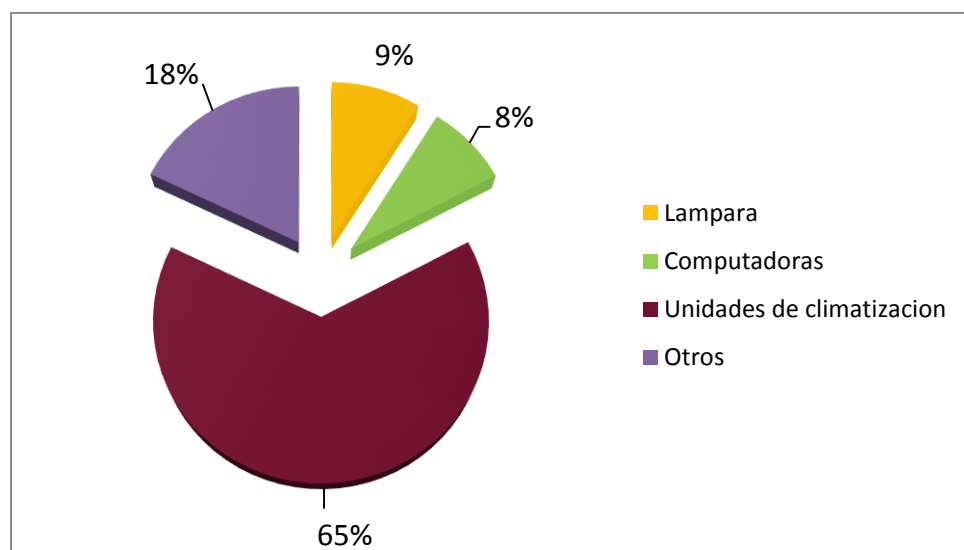
TABLA 25: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre dimensión del banco de transformador (%)
225	0.8	180.00	87.60	0.8	109.50	51

La tabla 25 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre dimensionamiento (51%) que se encuentra el banco de transformador.

El siguiente grafico nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 15: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #4.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización, las cuales representan el 65% de la demanda de potencia eléctrica, seguida por otros consumidores que representan el 18% del consumo de potencia eléctrica.

Este banco transformador se encuentra sobre dimensionado el cual tiene la capacidad de añadirle más consumidores o utilizarlo para poder liberar carga de un banco de transformador que se encuentre sobrecargado.

3.2.5. Banco de transformador # 5 de 225 kVA Monofásico.

Mediante la recopilación de datos obtenido de mediciones y levantamiento de inventario de todos los consumidores que están siendo alimentados por el Banco de transformador # 5(ver imagen 15), y realizando los cálculos por medio de una hoja de Excel se determinó que el Banco de transformador se encuentra sobre dimensionado un 48 % (Tabla 26).



Imagen 15. Banco de transformador #5

La potencia del banco de transformador no está siendo aprovechada al máximo y pueden añadirse a él nuevos consumidores.

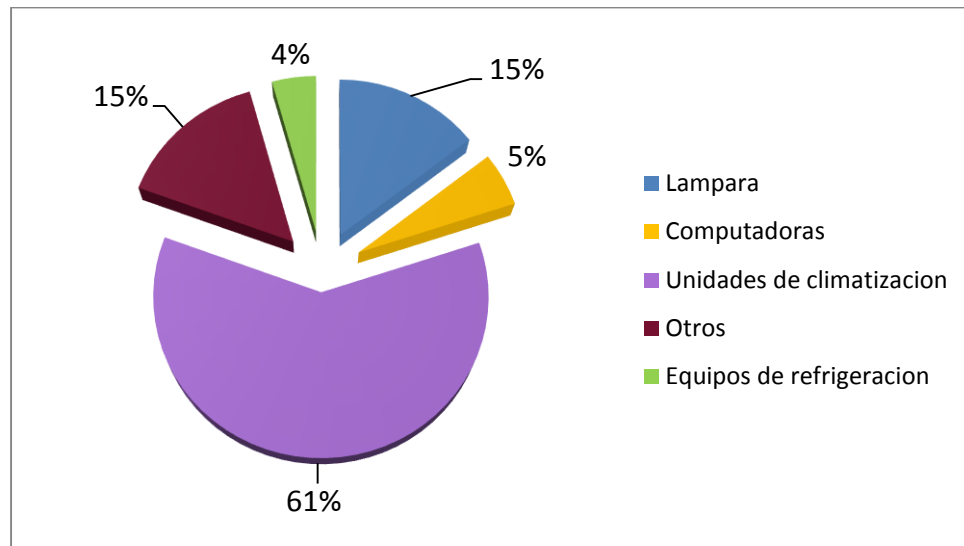
TABLA 26: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre dimensión del banco de transformador (%)
225	0.8	180.00	93.07	0.8	116.34	48

La tabla 26 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre dimensionamiento (48%) que se encuentra el banco de transformador.

El siguiente grafico nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 16: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #5.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización, las cuales representan el 61% de la demanda de potencia eléctrica, seguida de las centrales de las unidades de iluminación con el 15% al igual de otros consumidores eléctricos con el 15% del consumo de potencia eléctrica.

Este banco de transformador se encuentra sobre dimensionado el cual tiene la capacidad de añadirle más consumidores.

3.2.6. Banco de transformador # 6 de 75 kVA Monofásico.

De acuerdo a los datos suministrado de la tabla (27) del resultado obtenido por la hoja de Excel, el banco de transformador #6(ver imagen 16) se encuentra sobre dimensionado un 71 % de su capacidad de diseño.



Imagen 16. Banco de transformador #6

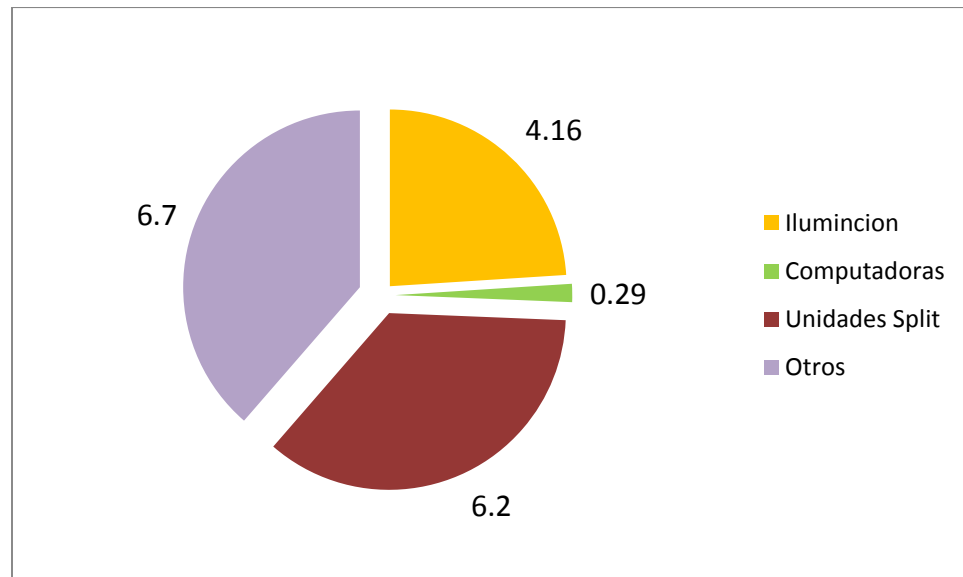
TABLA 27: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre dimensión del banco de transformador (%)
75	0.8	60.00	17.35	0.8	21.69	71

La tabla 27 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre dimensión (71 %) que se encuentra el banco de transformador.

El siguiente grafico nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 17: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #6.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida las representan las unidades de climatización, las cuales representan el 36% de la demanda de potencia eléctrica, seguida por otros consumidores que representa el 38% del consumo.

3.2.7. Banco de transformador # 7 de 1X75 KVA monofásico.

La potencia de diseño del banco de transformador instalado es de 75 kVA y la potencia actual demandada por el edificio es de 77 kVA (tabla 28), lo cual indica que el banco transformador #7(ver imagen 17) tiene un 2.6% de sobre carga al banco de transformador.



Imagen 17. Banco de transformador #7

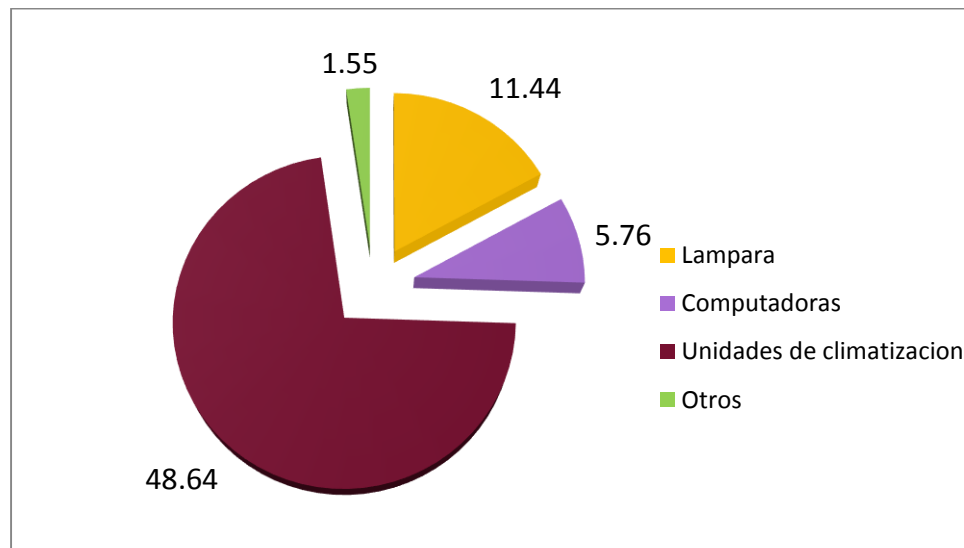
TABLA 28: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre carga del banco de transformador (%)
75	0.8	60.00	61.64	0.8	77.05	2.6

La tabla 28 nos muestra la potencia instalada del Banco de transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre carga (2.6 %) que se encuentra el banco de transformador. Este valor nos indica que el banco de transformador está operando dentro de los rangos de diseño (5%-10%).

El siguiente grafico nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 18: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #7.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización, las cuales representan el 72% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 17% del consumo.

3.2.8. Banco de transformador # 9 de 3X75 KVA trifásico.

De acuerdo a los datos suministrado de la tabla 14 del resultado obtenido por la hoja de Excel, el Banco de transformador #9 (ver imagen 18) que se encuentra ubicado contiguo a los laboratorios de biomasa se encuentra sobre dimensionado un 36% de su capacidad de diseño.



Imagen 18. Banco de transformador #9

La potencia de diseño del banco de transformador instalado es de 75 kVA, la cual consta de 3 baterías de 75 que hace un total de 225 KVA y la potencia actual demandada por el edificio es de 145 kVA (tabla 29), lo cual indica que el banco de transformador tiene un 36% de sobre dimensión al banco de transformador.

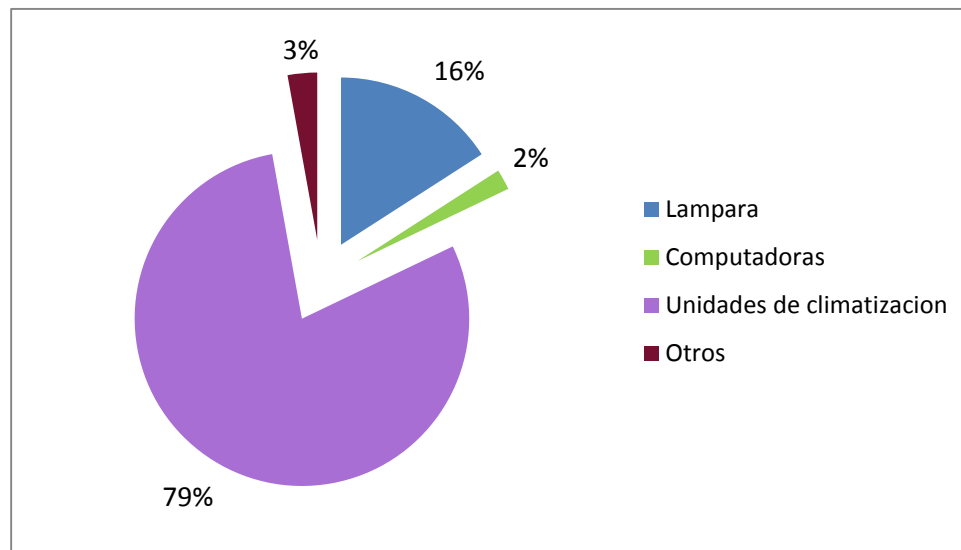
TABLA 29: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre dimensión del banco de transformador (%)
225	0.8	180.00	115.94	0.8	144.93	36

La tabla 29 nos muestra la potencia instalada del Banco transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre dimensión (36%) que se encuentra el banco de transformador.

El siguiente grafico nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

GRAFICO 19: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #9.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización, las cuales representan el 79% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 16% del consumo.

3.2.9. Banco de transformador # 10 de 3X50 KVA trifásico.

De acuerdo a los datos suministrado de la tabla 14 del resultado obtenido por la hoja de Excel, el banco de transformador #10 (ver imagen 19) que se encuentra ubicado detrás del edificio de Postgrados se encuentra sobre dimensionado un 10% de su capacidad de diseño.



Imagen 19. Banco de transformador #10

La potencia de diseño del banco de transformador instalado es de 50 kVA, la cual consta de 3 baterías de 50 que hace un total de 150 KVA y la potencia actual demandada por el edificio es de 134.24 kVA (tabla 30), lo cual indica que el banco transformador tiene un 10% de sobre dimensión al banco transformador.

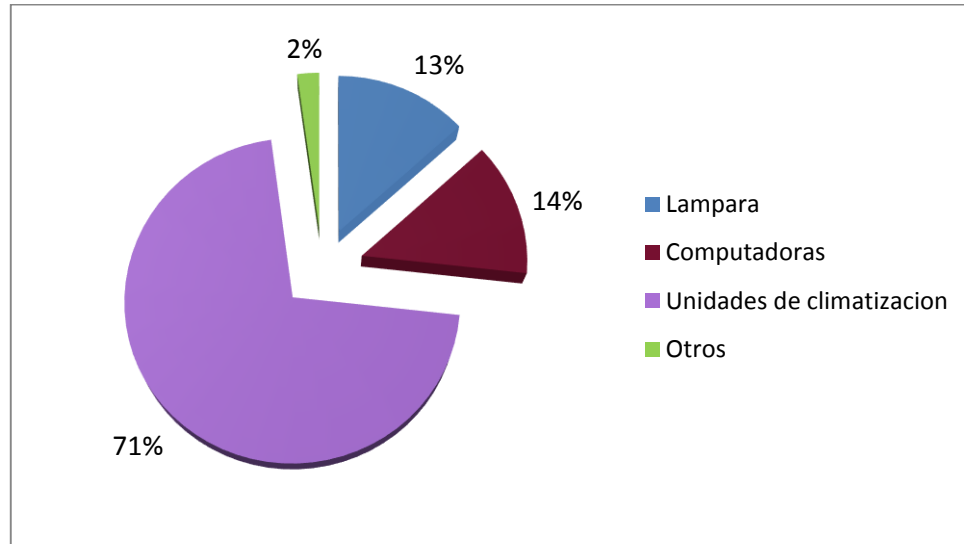
TABLA 30: POTENCIA DEL BANCO DE TRANSFORMADOR VS. CONSUMO ACTUAL.

Potencia del Banco de transformador (kVA)	Factor de Potencia	Potencia del Banco de transformador (kW)	Potencia total consumida (kW)	Factor de Potencia	Potencia total consumida (kVA)	Sobre dimensión del banco de transformador (%)
150	0.8	120.00	107.39	0.8	134.24	10

La tabla 30 nos muestra la potencia instalada del Banco transformador y la potencia necesaria consumida, lo cual nos indica el porcentaje de sobre dimensión (10%) que se encuentra el banco transformador, con este porcentaje nos muestra que el banco de transformador está operando en sus rangos de diseño (5%-10%) aunque está en el límite de ese rango de operación.

El siguiente grafico nos indica la distribución de los consumidores alimentados por el Banco de transformador.

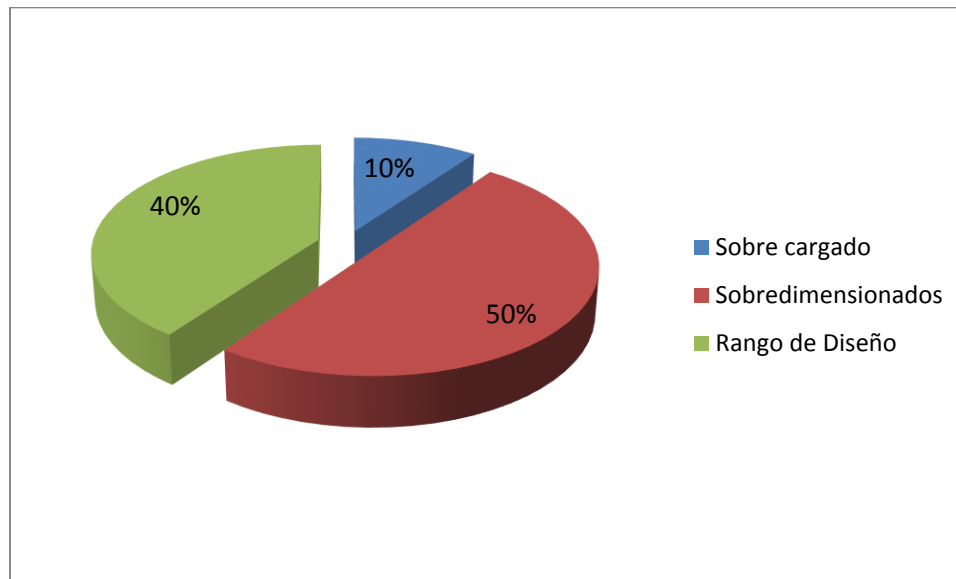
GRAFICO 20: CONSUMO DE ENERGÍA DEL BANCO TRANSFORMADOR #10.



Este grafico nos indica que la mayor potencia consumida la representa las unidades de climatización, las cuales representan el 71% de la demanda de potencia eléctrica, seguida del sistema de iluminación que representa el 13% del consumo.

El grafico 21 muestra el estado en la actualidad de los bancos de transformadores.

GRAFICO 21: OPERACIÓN DE LOS BANCOS DE TRANSFORMADORES.



El grafico 21 nos indica que el 50% de los bancos de transformadores se encuentran en la actualidad operando con cargas por debajo su rango de diseño, por lo cual sus potencias de diseño no están siendo aprovechadas al máximo.

Al igual que nos indica que el 10% de los bancos de transformadores se encuentran operando en la actualidad con sobrecarga con respecto al rango de diseño, estos bancos de transformadores necesitan prestarle atención puesto que al operar sobrecargados puede provocar derrames de ácido dieléctrico (ver imagen # 10) producto de recalentamiento que sufren.

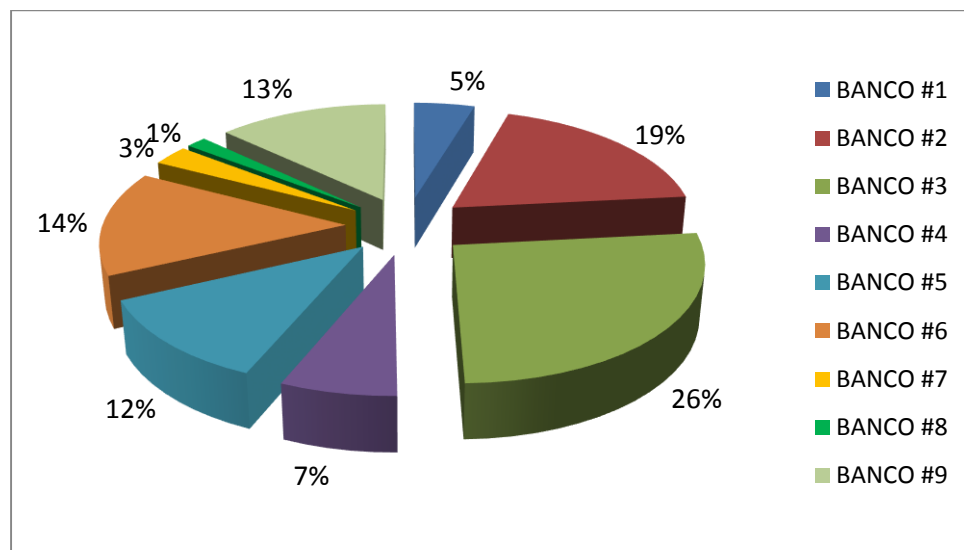
Así como también nos muestra que solo el 40% de los bancos de transformadores están dentro del rango de diseño establecido.

IV. RESULTADOS.

En el Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios (RUPAP) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), existen 9 bancos de transformadores ubicados en diferentes puntos, los cuales abastecen a distintos sectores del recinto.

Se ha reflejado en el grafico 22 para una mejor visualización del consumo eléctrico promedio en porcentaje de cada uno de los bancos de transformadores.

GRAFICO 22: CONSUMO ELECTRICO POR BANCO DE TRANSFORMADOR.

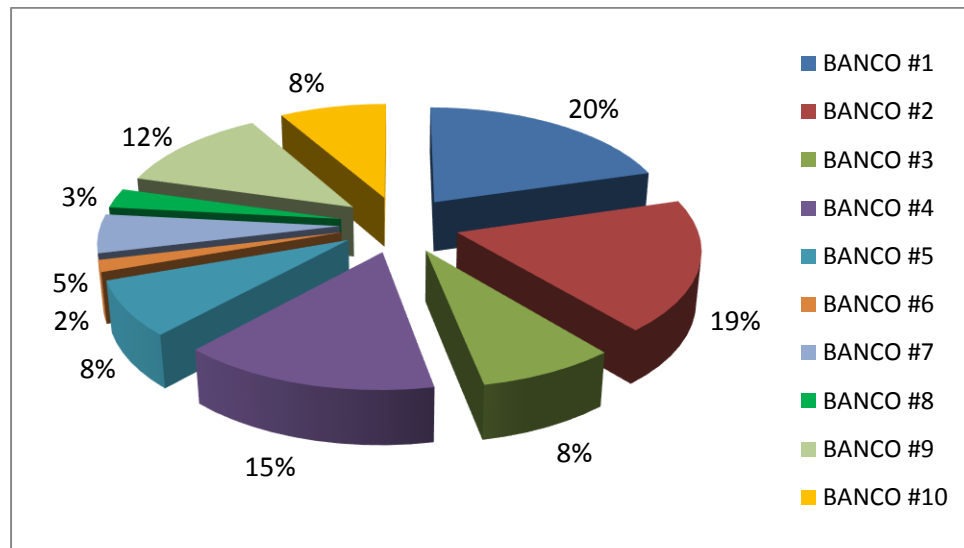


El grafico 22 nos muestra que el banco de transformadores con mayor consumo lo representa el banco #3 con un 26% del consumo total del RUPAP; esto se debe a que este banco abastece los edificios que representan el mayor consumo del recinto, tales como la oficinas de UNEN-MEC, oficinas de UNEN-IND, y los laboratorios más grandes del recinto como los laboratorios de Planta Térmicas, Hidráulica, los talleres de máquinas herramientas y el taller de automotriz, los cuales poseen equipos con alto consumo eléctrico .(ver detalles de consumidores en anexo B1 a B9).

El siguiente banco de transformadores con mayor consumo lo representa el banco #2 con un 19% del consumo total del recinto.

En el grafico 23 se visualiza el consumo eléctrico promedio en porcentaje de cada uno de los bancos de transformadores de la UNI-RUSB

GRAFICO 23: CONSUMO ELECTRICO POR BANCO DE TRANSFORMADOR.



El grafico 23 nos muestra que el banco de transformadores con mayor consumo lo representa el banco #1 con un 20% del consumo total del RUSB; esto es debido a que los edificios con mayores consumidores están conectados a este banco, tales como el Edificio H uno de los edificio más grandes del recinto, en el cual se encuentra la facultad de Arquitectura (FARQ), la facultad de química (FIQ) y distinta oficinas administrativas (ver detalles de consumidores en anexo D1 a D7).

El siguiente banco de transformadores con mayor consumo lo representa el banco #4 con un 19% del consumo total del recinto.

Mediante los cálculos realizados se detectó que algunos bancos de transformadores en los ambos recintos tanto en el RUPAP como el RUSB se encuentran sobre cargados de su capacidades de diseños y otros se encuentran sobre dimensionados y apenas un pequeño porcentaje se encuentra operando en sus rangos de diseño ver gráfico 10 y grafico 21.

Puesto que algunos bancos de transformadores de los recintos se encuentran sobre cargados como el banco de transformador #7 que alimenta al edificio Marlon Zelaya del RUPAP, en los momentos en que todos los consumidores conectados a él están operando más en horas de la tarde, han provocado apagones en el edificio productos de la sobrecarga a la que está sometido.

La Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en la actualidad planifica climatizar el edificio Marlon Zelaya del Recinto Universitario Pedro Arauz Palacio (RUPAP), debido a que este edificio prestara servicios administrativos al parque tecnológico.

El edificio será climatizado con 24 unidades Split de 48000 BTU para proporcionar el confort requerido para el personal que laborara en esas instalaciones. Estas unidades proporcionaran una demanda de 144.36 kVA (ver tabla 31).

TABLA 31: ESPECIFICACIONES DE LOS SPLIT.

Equipo	Cantidad	Capacidad (BTU/h)	Potencia Real (kW)	I total (A)
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
SPLIT	2	4,8000	9.62	40.3
ΣT			115.49	483.6

Para cubrir esta demanda de manera eficiente se necesitara instalar un banco transformador de 3*50kVA (ver tabla 32).

TABLA 32: BANCO DE TRANSFORMADOR PARA LOS SPLIT.

Potencia consumida por los Split de 4800 BTU (kW)	Corriente total (A)	Factor de Potencia	Potencia consumida por los Split (kVA)	Potencia del Banco de transformador necesario (kVA)
115.49	483.6	0.80	144.36	151.58

Según los resultados de acuerdo a la tabla 32 es necesario la instalación de un banco de transformador con una capacidad de 3X50 kVA para poder cubrir la demanda de los Split a ser instalados en el edificio.

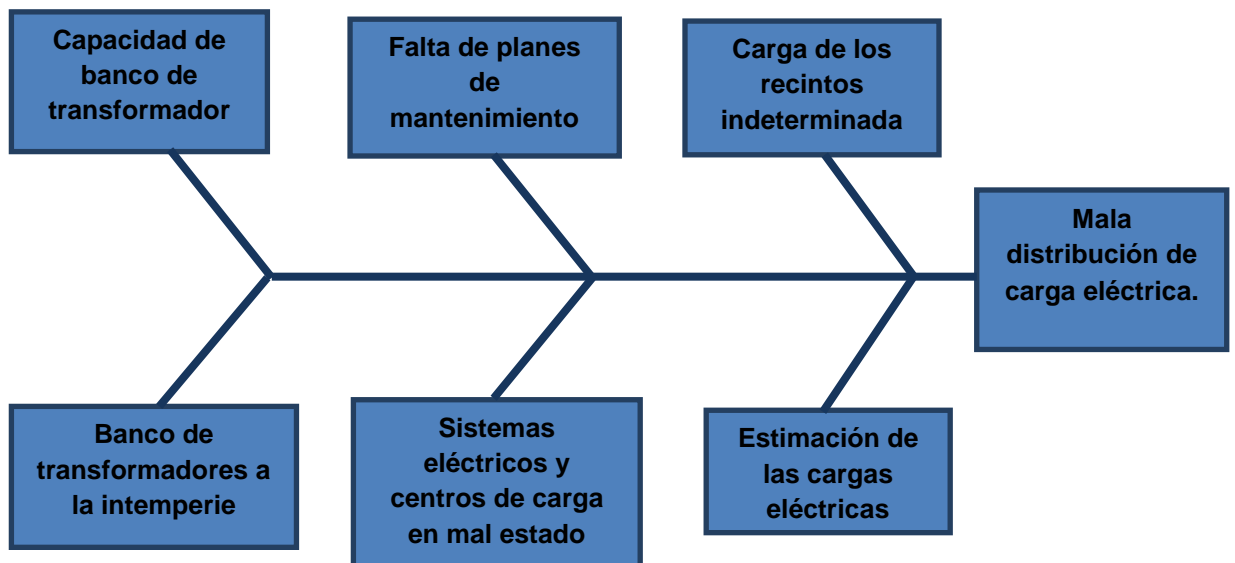
El cable principal del banco transformador al centro de carga será un calibre 4/0 protoduro (ver tabla 33), el cual tiene la capacidad de soportar la corriente de suministrada por el banco transformador.

TABLA 33: CAPACIDAD DEL CABLE.

Numero AWG	Diámetro (m.m)	Sección transversal (m.m²)	Capacidad (A)
4/0	11.86	107.2	319

Sistematización de las posibles causas del problema en la distribución de la carga eléctrica.

Mediante la utilización de las 6 M (Maquina, Mano de obra, Medio ambiente, Método, Materia prima, Medición) en el diagrama Taguchi podemos determinar las posibles causas del problema de la mala distribución de la carga eléctrica.



CONCLUSIONES.

La carga de consumo energético de los distintos bancos de transformadores se encuentra mal distribuida, debido a que algunos bancos de transformadores están sobrecargados de sus capacidades de diseño y otros bancos de transformadores están sobredimensionados y apenas un pequeño porcentaje de los bancos de transformadores se encuentran trabajando bajo su capacidad de diseño.

En el balance de carga se identificaron los mayores consumidores de cada banco de transformador, el cual se detectó que los mayores consumidores eléctricos lo representan las unidades de climatización y los sistemas de iluminación.

Mediante el estudio del balance de carga a cada banco de transformadores de la UNI-RUPAP concluimos que en la actualidad el 33% de los bancos de transformadores se encuentran sobre cargados de su capacidad de diseño, el 56% de los bancos de transformadores se encuentran sobredimensionados de su capacidad e diseño y un 11% se encuentra operando dentro de los rangos de diseños establecidos.

En la UNI-RUSB se concluye que en la actualidad el 10% de los bancos de transformadores se encuentran sobre cargados de su capacidad de diseño, el 50% de los bancos de transformadores se encuentran sobredimensionados de su capacidad e diseño y un 40% se encuentra operando dentro de los rangos de diseños establecidos.

Al colocar un medidor por cada banco de transformador además de obtener un ahorro en facturación eléctrica, se podría llevar un mejor control del consumo de cada banco de transformador y de la carga a la que están sometidos.

Después de evaluar cada banco se detectó que hay equipos que aportan el mayor consumo de la carga instalada tales como sistemas de climatización, sistema de iluminación, y las computadoras, los cuales no operan en óptimas condiciones de debido a fallas de instalación, vida útil caducada, mal uso de los mismos, falta de un plan de mantenimiento preventivo. Producto de todos estos eventos se genera ganancia de carga para los banco de transformadores los cuales se convierten en un incremento considerable al consumo energético.

Dado que los sistemas de distribución eléctrica tales como cable, Breaker, centros de cargas se encuentran en muy mal estado (ver imagen anexo C) provoca un consumo ineficiente de la energía en los recintos debido a que esta energía no es aprovechada.

En estudios anteriores elaborados por el Centro de Producción Más Limpia en el año 2010 se había determinado que el 10% de los bancos de transformadores de la UNI-RUPAP se encontraban sobre cargados de sus capacidades de diseños, sin embargo mediante este estudio se determinó que en la actualidad en este porcentaje de bancos sobrecargados se sigue manteniendo, lo que indica que años anteriores no se siguieron las recomendaciones para disminuir esta carga.

RECOMENDACIONES.

- Distribuir la carga de manera más uniforme para evitar los apagones por sobre cargas en los bancos de transformadores.
- Balacear correctamente las cargas de las fases en los centros de cargas.
- Llevar un control de la distribución de carga de los bancos de transformadores para tomar una mejor decisión al momento de realizar nuevas conexiones eléctricas, esto vendrá a evitar que se sigan sobrecargando los bancos de transformadores aprovechando de que un porcentaje se encuentra libre de carga.
- Proporcionar un medidor eléctrico por cada banco de transformador que tiene los recintos, puesto que en la actualidad en promedio hay tres bancos de transformadores instalados en cada medidor eléctrico.
- Crear planes de mantenimientos para los equipos eléctricos, dándole privilegios a los mayores consumidores como los equipos de climatización, puesto que en la actualidad se encuentran en muy mal estado y las instalaciones en las que operan no están hermetizadas por lo que hay demasiadas perdidas (ver anexos C).
- Programar las horas de uso del sistema de mayor consumo, como son los sistemas de climatización y de iluminación, para evitar el uso irracional de la energía y prolongar su vida útil, evitando sobre cargas.
- Realizar un programa de sustitución de lámparas ya sea por grupos o de todas las lámparas en ciertos periodos de tiempos, para asegurar que los niveles de iluminación se mantengan dentro de los estándares de confort.
- Utilizar el tipo de cable adecuado para las distintas distribuciones eléctricas en los recintos para evitar recalentamientos.

- Instalar en los centros de cargas los breaker adecuados de acuerdo a la capacidad de amperios instalada.
- Realizar planes de reemplazo de los breaker que se encuentran dañados por cortocircuito (ver imagen anexo C).
- En los planes de mantenimiento o de redistribución de la carga eléctrico se tienen que priorizar los bancos de transformador que están sobrecargados puesto que estos ponen en extremo riesgo el estado de la red eléctrico y de los consumidores, al igual que la seguridad de los estudiantes y personal laboral de los recintos ya que pueden provocar conatos de incendios.
- Para obtener un mejor indicativo del costo beneficio económico de la distribución eléctrica recomendamos que se obtengan las facturas eléctricas, dado que en este estudio monográfico no se consideraron por lo que el personal administrativo no facilito dichas facturas.
- Este estudio se elaboró en el periodo del mes de septiembre del año 2014 al mes de mayo del año 2015, por ende en él no van incluido los nuevos consumidores que en la actualidad se han instalados en los recintos.

BIBLIOGRAFIA.

1. Budia Sánchez Ernesto (s.f). Análisis energético en el sector industrial, Universidad Carlos III, Madrid.
2. Gusow Milton, Fundamentos de electricidad, McGrawHill.
3. Ivanov-Smolenski, Maquinas Eléctricas, Mir. Moscú.
4. Gilberto Enríquez Harper, Curso de máquinas de corriente continua, 1984 Editorial Limosa, S.A.
5. Roberto Hernández Sampieri. Metodología de la investigación científica, McGrawHill.
6. Wolfgang Müller, Electrotecnia de potencia, 1987 Editorial Reverte, S.A

Paginas consultadas.

- <http://www.fime.uanl.mx/~omeza/pro/LTD/LTD.pdf>
- <http://es.slideshare.net/Jerryggc/corriente-electrica-14550391>
- http://www.profesormolina.com.ar/electronica/componentes/bobinas_trafos/trafos_trif.htm.